



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la
Cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna
2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Alarcon Barazorda, Jonathan Pool (ORCID: 0000-0002-3360-149X)

Mío Medina, Sthefany Jesus (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

ASESOR:

Mg. Huaroto Casquillas Enrique Eduardo (ORCID: 0000-0002-8757-6621)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicada con Mucho Cariño a Nuestra Familia, en especial a nuestras Madres, Luzmila Medina y Luzmila Barazorda, quienes han sido un pilar fundamental para nuestro desarrollo académico, por su fortaleza y confianza puesta en Nosotros y por entregar valores y Principios, pero sobre todo Amor incondicional.

A mi hija Renata Paz, quien ha sido fuerza y motor para seguir adelante con este Sueño.

A mi abuela María Lilia, que me apoyo en mis estudios y sé que desde el cielo se siente orgullosa de mis logros.

A mi compañero/a, amigo/a y esposo/a por este Trayecto que empezamos juntos, que con Amor, dedicación y disciplina me ha mostrado que las metas nobles y los deseos justos son posibles.

Agradecimientos

A Dios, por el cual vivimos y somos, quien ha sido nuestro sustento en todo momento y circunstancia. A nuestras Madres, Luzmila Barazorda y Luzmila medina, quienes nos han formado en el vientre y en vida, brindándonos su apoyo y ejemplo de perseverancia y por creer en Nosotros, a amigos/as, compañeros/as y Profesores/as, Y todos quienes han aportado para nuestro crecimiento durante estos 5 años.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
Índice de Contenidos.....	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Variable Independiente: Modelamiento Hidráulico	9
2.1.1 Estudio Hidrológico.....	9
2.1.1.1 Parámetros generales.....	11
2.1.1.2 Parámetros de forma.	13
2.1.1.3 Parámetros de relieve	14
2.1.1.4 Características de la red de drenaje	16
2.1.1.5 Precipitaciones.....	20
2.1.1.6 Caudal de diseño	21
2.1.1.7 Sección Transversal de un Canal	24
2.1.2 Parámetros hidráulicos	25
2.2 Variable Dependiente: Defensas Ribereñas	28
III. METODOLOGÍA.....	37
3.1 Tipo y diseño de investigación	37
3.1.1 Tipo de la investigación: Aplicada.....	37
3.1.2 Diseño de la investigación: No experimental	37
3.2 Variables y operacionalización	37
3.2.1 Variable independiente: Modelamiento hidráulico	37
3.2.2 Variable dependiente: Defensa ribereña	38
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	38
3.3.2 Muestra.....	38
3.3.3 Muestreo.....	39
3.3.4 Unidad de análisis: Sectores (Und).	39
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.4.1 Técnicas: Observación Directa	39

3.4.2	Instrumentos: Ficha de recolección de datos	39
3.4.3	Validez.....	40
3.5	Procedimientos:	41
3.5.1	Descripción de la zona de estudio	41
3.5.1.1	Ubicación	41
3.5.1.2	Características de la zona de estudios	42
3.5.2	Estudios previos	43
3.5.2.1	Levantamiento topográfico	43
3.5.2.2	Estudio de mecánica de suelos.....	44
3.6	Método de análisis de datos.....	44
3.6.1	Estudio hidrológico	44
3.6.2	Precipitaciones y parámetros estadísticos.....	44
3.6.3	Modelamiento hidrológico.....	45
3.6.4	Levantamiento topográfico	45
3.6.5	Modelamiento hidráulico.....	45
3.6.6	Estudio de mecánica de suelos	46
3.6.7	Diseño de geoceldas como propuesta de defensa ribereña	46
3.7	Aspectos éticos	46
IV.	RESULTADOS	47
4.1	Resultados, primer objetivo específico	47
4.1.1	Estudio hidrológico	47
4.1.1.1	Cuenca Hidrográfica con el software ArcGIS	47
4.1.1.2	Parámetros Generales	48
4.1.1.3	Parámetros de Forma	48
4.1.1.4	Parámetros de Relieve.....	49
4.1.1.5	Características de Drenaje.....	50
4.1.2	Cálculos hidrológicos con el software Hydroesta 2.....	51
4.1.2.1	Precipitaciones máximas 24 horas.....	51
4.1.2.2	Leyes de distribución de procesos Hidrológicos	53
4.1.3	Modelamiento hidrológico con el software HEC HMS	59
4.2	Resultados, segundo objetivo específico	60
4.2.1	Modelamiento hidráulico con el software IBER.....	60
4.3	Resultados, tercer objetivo específico	62
4.3.1	Diseño de Geo-celdas	62

4.3.1.1	Para la selección del tamaño de la celda	64
4.4	Resultados objetivo general	66
V.	DISCUSIÓN.....	67
VI.	CONCLUSIONES.....	71
VII.	RECOMENDACIONES	73
	REFERENCIAS	74
	ANEXOS	77

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Fenómenos sucedidos en el año 2015 al 2018</i>	2
Tabla 2: <i>División de una cuenca hidrográfica considerando su área</i>	10
Tabla 3: <i>Clasificación del factor de compacidad</i>	14
Tabla 4: <i>Número de curva para los diferentes grupos hidrológicos</i>	18
Tabla 5: <i>Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje</i>	21
Tabla 6: <i>Coeficiente de rugosidad con respecto al material</i>	26
Tabla 7: <i>Proceso constructivo de geo-celdas</i>	35
Tabla 8: <i>Rangos de validez</i>	40
Tabla 9: <i>Validez de la Ficha de Recolección de Datos</i>	40
Tabla 10: <i>Punto Geodésico WGS-84</i>	45
Tabla 11: <i>Parámetros Generales</i>	45
Tabla 12: <i>Parámetros de Forma</i>	48
Tabla 13: <i>Parámetros de Relieve</i>	49
Tabla 14: <i>Alturas y Áreas de la cuenca</i>	49
Tabla 15: <i>Características de Drenaje</i>	50
Tabla 16: <i>Resumen de Precipitaciones máximas</i>	51
Tabla 17: <i>Resumen de cálculos hidrológicos</i>	52
Tabla 18: <i>Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno</i>	53
Tabla 19: <i>Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Jorge Basadre</i>	54
Tabla 20: <i>Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Calana</i>	55
Tabla 21: <i>Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Calientes</i>	56
Tabla 22: <i>Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Palca</i>	57
Tabla 23: <i>Resultados de Modelamiento Hidráulico con el software Iber</i>	58
Tabla 24: <i>Características del talud</i>	62
Tabla 25: <i>Características Geotécnicas para el diseño</i>	63
Tabla 26: <i>Tipo de geo-celda seleccionada</i>	64
Tabla 27: <i>Datos considerados para el diseño</i>	66

Índice de figuras

Figura 1: <i>Población expuesta a inundaciones (en millones), por región</i>	1
Figura 2: <i>Muro de contención – Sector Río Seco</i>	2
Figura 3: <i>Partes de una cuenca hidrográfica</i>	9
Figura 4: <i>División de una cuenca hidrográfica</i>	10
Figura 5: <i>Cuenca extensa dividida en 3 subcuencas de menor tamaño</i>	11
Figura 6: <i>Longitud y perímetro de una cuenca</i>	12
Figura 7: <i>Factor de Forma Horton</i>	13
Figura 8: <i>Curva hipsométrica</i>	15
Figura 9: <i>Histograma de frecuencias altimétricas</i>	16
Figura 10: <i>Métodos de ordenación de los segmentos y cursos fluviales</i>	17
Figura 11: <i>Elementos geométricos de la sección transversal de un canal</i>	25
Figura 12: <i>Disposición de los muros de sostenimiento formados con gaviones</i> ..	29
Figura 13: <i>Distribución de los espigones</i>	29
Figura 14: <i>Diagrama de cargas a considerar para el diseño de muros de contención</i>	30
Figura 15: <i>Aplicación de Geo-bolsas como defensa fluvial</i>	31
Figura 16: <i>Sistema de Geo-celda</i>	32
Figura 17: <i>Sistema de Geo-celda</i>	32
Figura 18: <i>Estabilización de taludes con el uso de Geo-celdas</i>	33
Figura 19: <i>Muros de contención de tierras y muros verdes</i>	34
Figura 20: <i>Ubicación de la zona de estudio Distrito Coronel Gregorio Albarracín</i>	42
Figura 21: <i>GPS Diferencial en Sector Río Seco</i>	43
Figura 22: <i>Levantamiento topográfico con RPAS</i>	43
Figura 23: <i>Modelo digital de elevaciones (DEM)</i>	48
Figura 24: <i>Curva Hipsométrica – Histograma de Frecuencias</i>	50
Figura 25: <i>Orden de Corriente – Método de Strahler</i>	51
Figura 26: <i>Estaciones Meteorológicas en el área de influencia hidrológica</i>	52
Figura 27: <i>Precipitaciones Máximas 24 horas</i>	53
Figura 28: <i>Resultado de simulación hidrológica $T_r=140$ años</i>	59
Figura 29: <i>Histograma de la cuenca Caplina $T_r= 140$ años</i>	59
Figura 30: <i>Tirante hidráulico (Calado) m</i>	60

Figura 31: Caudal específico m ² /s	61
Figura 32: <i>Velocidad m/s</i>	61
Figura 33: <i>Profundidad mínima de celda</i>	65
Figura 34: <i>Altura de Geo-celda rellena de concreto según velocidades de flujo de agua</i>	68

Resumen

Debido al crecimiento poblacional, es habitual encontrar zonas urbanas cercana a ríos. Los desbordes y fallas que ocurren en los ríos generan pérdidas económicas importantes cada año. El distrito de Coronel Gregorio Albarracín, el sector denominado Río Seco es un punto importante de preocupación, ya que las viviendas se construidas cerca a este río se encuentran a una distancia promedio de 30 metros, el muro de retención en voladizo en Río Seco construido en año 2010, colapso en un 80% en enero del 2012 cuando ingresaron 18 m³ de agua, esto crea la necesidad de dar una propuesta de defensa ribereña adecuada en el sector.

Por lo que la investigación tuvo como objetivo general efectuar el modelamiento hidráulico para dar una propuesta de defensa ribereña en la cuenca Caplina Sector de Río seco, esto fue posible por el estudio hidrológico e hidráulico, que permitió realizar el diseño de geo-sintéticos y geo-textiles aplicados a la defensa ribereña. Según las hipótesis el modelamiento hidráulico, determinará los parámetros para dar una propuesta de defensa ribereñas.

Se utiliza la metodología SIG, el software ArcGIS, determina el área de influencia hidrológica, parámetros geomorfológicos y características de drenaje. Se usó información de precipitaciones de 4 estaciones meteorológicas dentro de la cuenca del Caplina, se realiza la ley distribución y procesos hidrológicos en cada una de las estaciones antes mencionada, así realizar la prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolgomorov, con el software HIDROESTA 2, con el software HEC HMS se determina el Q diseño igual a 85,3m³/s para un Tr= 140 años, con el software IBER se obtienen parámetros hidráulicos como tirante máximo de 6.10m. y una velocidad de flujo de 5.85m/s, se realizó un el levantamiento topográfico con dron PHANTOM 4 y estudios de mecánica de suelos, para posteriormente diseñar defensas ribereñas con el uso de geo-celdas (polietileno de alta densidad) GW40V3TP con relleno de concreto f'c210kg/cm² y geo-textil para la estabilización del talud uso de geo-malla tipo 55GG poliéster de alta tenacidad.

Palabras Clave: cuenca, caudal de diseño, defensa ribereña.

Abstract

Due to population growth, it is common to find urban areas near rivers. The overflows and failures that occur in rivers generate significant economic losses each year. The district of Coronel Gregorio Albarracín, the sector called Río Seco is an important point of concern, since the houses built near this river are at an average distance of 30 meters, the cantilevered retaining wall in Río Seco built in 2010, it collapsed by 80% in January 2012 when 18 m³ of water entered, this creates the need to provide an adequate riverine defense proposal in the sector.

Therefore, the general objective of the research was to carry out the hydraulic modeling to give a proposal for riparian defense in the Caplina Sector de Río seco basin, this was made possible by the hydrological and hydraulic study, which allowed the design of geo-synthetic and geo -Textiles applied to riparian defense. According to the hypotheses, the hydraulic modeling will determine the parameters to give a riverine defense proposal.

The GIS methodology is used, the ArcGIS software determines the hydrological influence area, geomorphological parameters and drainage characteristics. Precipitation information from 4 meteorological stations within the Caplina basin was used, the distribution law and hydrological processes were carried out in each of the aforementioned stations, thus performing the Smirnov-Kolgomorov goodness-of-fit test, with the HIDROESTA software 2, with the HEC HMS software the Qdesign equal to 85.3m³ / s is determined for a $T_r = 140$ years, with the IBER software hydraulic parameters such as a maximum tie of 6.10m are obtained. and a flow velocity of 5.85m / s, a topographic survey was carried out with a PHANTOM 4 drone and soil mechanics studies, to later design riverine defenses with the use of geo-cells (high-density polyethylene) GW40V3TP with filling of concrete $f'c210\text{kg} / \text{cm}^2$ and geo-textile for the stabilization of the slope use of geo-mesh type 55GG polyester of high tenacity. Keywords: basin, design flow, riverian defense.

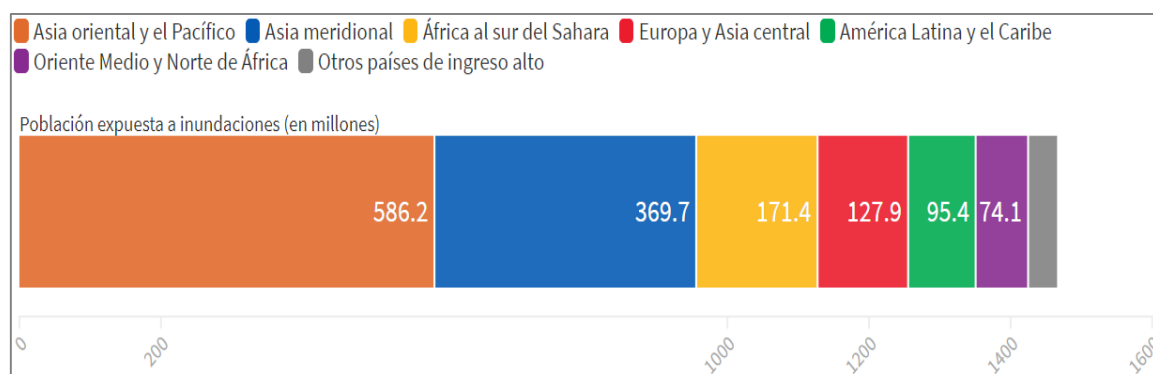
Keywords: basin, design flow, riverian defense.

I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los años las inundaciones han incrementado de forma creciente a nivel mundial. Es uno de los desastres más recurrentes que sufre nuestro planeta, (Maruyama Rentschler & Salhab (2020) “1470 millones de personas enfrentan riesgos por inundaciones que causan daños a la vida y medios de subsistencia”. En la figura 1 se muestra la población mundial expuesta a inundaciones por continentes.

Figura 1

Población expuesta a inundaciones (en millones), por región.



Nota. Adaptado de “*People in Harm’s Way: Flood Exposure and Poverty in 189 Countries*” (p. 9447), por J. Maruyama & M. Salhab, 2020, The World Bank, WPS 9447.

Las inundaciones son fenómenos naturales muy recurrentes en el Perú y han logrado ocasionar el colapso de las defensas naturales y físicas, generando gran daño a poblaciones urbanas, rurales, terrenos de sembrío y de ocupación ganadera, así como también a la infraestructura del estado existente. Esto genera importantes pérdidas económicas y en ocasiones hasta pérdidas de vidas humanas, que no hacen más que empobrecer a la sociedad circundante y retrasa su desarrollo socio -económico en las zonas afectadas.

Se muestra en la Tabla 1, estudios realizados por SENAMHI, esto nos da una idea estadística de los eventos que afectan al Perú.

Tabla 1

Fenómenos sucedidos en el año 2015 al 2018

Evento Extremo	2015	2016	2017	Total
Friaje	26	47	41	114
Heladas	609	952	406	1965
Huaycos	93	83	557	733
Inundaciones	267	128	385	780
Sequías	25	850	54	929
Sismos	28	56	46	130
Total	1048	2116	1489	

Nota. Adaptado de *Estudio Hidrológicos del SENAMHI* (p.32), por W. Lavado-Casimiro, 2020.

Las características propias del Sector Río Seco del distrito CGAL son mayormente de ocupación urbana y extracción de material árido para la construcción, así como pequeños criaderos o granjas de animales y sumado a la falta de mantenimiento del cauce; provoca que las avenidas de las crecidas acarreen sedimentos rocosos, lodo y desechos. En la zona de estudio existe un muro de retención que se muestra en la figura 2, donde se identificó falla en la estructura por socavación en el terreno y un notable debilitamiento del talud debido a su deficiente diseño en el Sector Río Seco.

Figura 2

Muro de contención – Sector Río Seco



Por lo que nos planteamos el siguiente **problema general**: ¿De qué forma el modelamiento hidráulico nos ayuda a dar una propuesta de defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?

Se proponen los siguientes **problemas específicos**:

- ¿Cómo obtenemos los caudales de diseño para el modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?
- ¿Cómo se realizará el modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?
- ¿Cuál es el diseño del geo-sintético y geo-textil que mejor se adecua como propuesta de defensa ribereña en el Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?

En función a nuestro objetivos proponemos la siguiente **hipótesis general**: El modelamiento hidráulico determina los parámetros necesarios para el diseño la defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021.

Se proponen las siguientes **hipótesis específicas**:

- Los caudales de diseño son calculados mediante un estudio hidrológico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021
- El modelado hidráulico se realizará mediante el software IBER empleando información topográfica y parámetros hidrológicos de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021
- El uso de geo-sintético y geo-textil son adecuados, como propuesta de defensa ribereña en el Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021– Tacna 2021

Esta investigación **se justifica teóricamente** por el uso de teorías asociadas, al estudio hidrológico, cálculo hidráulico y el uso de información audio visual, de estudios previos, así como, teorías y manuales sobre el encausamiento no convencional, como el uso de geo-sintéticos y geotextiles para defensa ribereña,

siendo este último una variante no investigada anteriormente en el Sector de Río Seco.

Se justifica de forma práctica, por el uso de herramientas de ingeniería para identificar características del sector mediante el levantamiento topográfico con RPAS, con un estudio de mecánica de suelos mediante ensayos realizados en laboratorio, y recopilación histórica de precipitaciones. Con el fin de proponer una defensa ribereña óptima y adecuada ante el inminente peligro en la zona de estudio para beneficio de la comunidad académica con información fidedigna para su utilización en futuras investigaciones y/o proyectos, así como a los pobladores cercanos al sector de estudio.

Se justifica metodológicamente por la utilización de herramientas, y software no convencionales o poco usados en la realización de proyectos en Tacna, en las que se utiliza el método de sistema de información geográfica (SIG) las que proporcionarían información clara, valioso y confiable.

Esto nos lleva a tener como **objetivo general**: Efectuar el modelamiento hidráulico para dar una propuesta de defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021.

Se fija como **objetivos específicos**:

- Realizar el estudio hidrológico y determinar los caudales máximos para el modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021.
- Obtener información topográfica y realizar el modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021.
- Realizar el diseño de geo-sintéticos y geo-textiles aplicados a la defensa ribereña en el Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** en los estudios realizados, según Buitrago (2017), en la revista “Journal of Technology” publicó el estudio: *“Análisis hidrológico de la cuenca del río Calandaima y Modelamiento hidráulico para el suministro de agua para la vereda san Antonio en Apulo Cundinamarca”* en la que tuvo como finalidad el estudio hidrológico del río mencionado, busco añadir un caudal de 2 litros/segundo en la captación de agua que hasta ese entonces es de 8 litros/segundo en la actualidad, analizo esta futura captación tomando en consideración los caudales y datos históricos de las estaciones meteorológicas ubicadas en el sector. Estudio las variantes de la hidrología de la cuenca para determinar si existe la cantidad de agua necesaria para este incremento en la captación, junto con esto uso el software “Pipe Flow Expert” para obtener un modelamiento hidráulico, del cual determina el tipo de sistema de bombeo, diámetros en las tuberías necesarias para llegar a la altura con buena presión en los 2 estanques que tuvo contemplado para el abastecimiento de la población.

Ahmed Ezzine, y otros (2020), en la revista “The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences”, publicaron el estudio del *“Mapeo de Inundaciones usando Modelado Hidráulico e imagen sentinel-1: Estudio de caso de la cuenca Medjerda, norte de Túnez”*. En la que indica que la llanura de Jendouba-Bou Salem ha sido afectado constantemente por las inundaciones de la cuenca de Medjerda, su objetivo principal fue determinar el alcance del riesgo hídrico a través del mapeo de inundaciones, este mapeo fue determinado mediante el software HEC-RAS 5.0 que a comparación de la inundaciones observadas por la imagen Sentinel-1, dio buenos resultados, esta simulación le proporcionó información útil para toma de decisiones tales como altura, velocidad y tiempo de flujo, estos parámetros se utilizaron como herramientas para el mapeo de riesgo de inundaciones, este estudio es una contribución útil para el estudio de riesgo de inundaciones.

TORYILA (2016) en la revista “International Journal of Engineering Science and Computing” publico el estudio del *“Control de Inundaciones con obras hidráulicas en las orillas de los ríos. Estudio de caso del río Benue, limítrofe con la Universidad*

de Agricultura Makurdi”. El objeto de la investigación fue evitar el efecto de erosiones y desbordamientos a mediante el uso de la ingeniería, diseñando un muro de contención armado que sea adecuado para el tipo de suelo que soportara la estructura, y poder encausar eficientemente la cantidad de agua producida por las lluvias e inundaciones.

El investigador concluye en que el muro en voladizo, no va colapsar ni sufrir daños importantes, por posibles deformaciones en relaciona su ubicación y función. El autor recomienda que la ejecución del diseño y la construcción del muro de contención debe realizarse por profesionales calificados y siguiendo las normativas vigentes.

Oyegbile & Oyegbile (2017), en la revista International “Journal of Sustainable Built Environment” publico el artículo titulado: *“Aplicaciones de membranas geo-sintéticas en estabilización de suelos y estructuras de defensa costera”*. Esta investigación expresa que el uso de los geo-sintéticos en la ingeniería de suelos está aumentando notablemente debido a las mejoras en sus propiedades de ingeniería y técnicas de fabricación. Se sigue investigando el comportamiento para comprender su rendimiento hidráulico, la estabilidad y los modos de falla de dichas estructuras. Este artículo desarrolla las diferentes aplicaciones de los geo-sintéticos y propone que es una solución óptima para la estabilización del talud y la defensa costera.

K. Pokharel, Han, Leshchinsky, & L. Parsons (2018), Según el estudio realizado por (Sanat K). publicado en la revista International “Journal of Pavement Research and Technology” realizan la *“Evaluación experimental de bases reforzadas con geo-celdas bajo carga repetida”*, indican que las geo-celdas son geo-sintéticos fabricados en forma de celdas tridimensionales que proporcionan un confinamiento lateral al material de relleno, para aumentar su módulo y capacidad de carga de las hiladas de base, los investigadores determinan que la mayor parte de los estudios se centralizo en la conducta de las bases reforzadas con geo-celdas bajo cargas estáticas, con este estudio los investigadores realizan la aplicación de la geo-celda a pavimento con cargas repetitivas, sus conclusiones de acuerdo a resultados experimentales que realizaron en laboratorio, determinaron el comportamiento de

la base no reforzada y reforzada, esta última probadas con tres tipos de materiales, arena del río Kansas, desechos de canteras y agregado AB-3, las bases reforzadas con geo-celdas tenían un módulo inicial más elevado que las no reforzadas. El refuerzo de las geo-celdas a la base redujo significativamente la deformación permanente, y esta disminución de la deformación aumenta múltiples capas de geo-celdas. Los valores de beneficio de tráfico (TBR) del su estudio fueron iguales o superiores a 8.8 para bases con geo-celdas simples y 12.0 para bases reforzadas con geo-celdas múltiples. Los desechos de cantera y agregados AB-3 tuvieron un mayor porcentaje de deformación elástica que las bases no reforzadas.

Se tiene como **antecedentes nacionales** las siguientes investigaciones: según Soto Carrasco (2017) en su estudio de tesis realizó el *“Modelamiento Hidráulico y diseño de defensas ribereñas del río Amojú, localidad el Parral - Jaén – Cajamarca”*, Cuyo enfoque está dirigido a determinar el riesgo de inundación, para lo que determina el estudio hidrológico, el modelo hidráulico, área inundable, y plantea el diseño para la protección del río. a lo que concluyó, el porcentaje alto de vulnerabilidad que tiene la zona, como resultados de su investigación obtuvo el área de inundación y así propuso la altura del muro de contención y el ancho de zapata. De acuerdo a los resultados que nos indica la relación que obtuvo para diseñar el muro de retención usando concreto ciclópeo, el modelamiento hidráulico que realizó, lo que determina la altura del muro.

Tineo (2019), en su estudio de tesis realizó el *“Modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en el río Rímac, sector Batasol, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima”*, su finalidad es proponer un diseño para las defensas y encauzamiento del río, con lo que obtiene del modelamiento hidráulico, para cumplir con este objetivo, calcula los $Q_{\text{máximos}}$ (caudales) para varios periodos de retorno, para la defensa fluvial, determina los parámetros hidráulicos y propone como solución un muro de retención y enrocado.

Concluye en que, para dar una solución de defensa ribereña, uso muro de retención y el enrocado, estimando la altura con parámetros hidrológicos e hidráulicos.

Tito Quispe (2017), en su estudio de tesis realizó el *“Modelamiento Hidráulico del río Cañete sector puente Socsi - altura puente colgante (9 km), con fines de diseño de defensas ribereñas”*, se plantea modelar la conducta hidráulica del río Cañete con el fin de proponer infraestructuras de defensas ante inundaciones, para llegar a su objetivo analizó los caudales máximos para un $Tr = 50$ años. El modelamiento hidráulico fue realizado mediante el programa HEC RAS. Concluyó que los datos históricos se ajustaron con el método de Gumbel, obteniendo así un caudal promedio de $757.53 \text{ m}^3/\text{s}$ para un $Tr = 50$ años. Propuso un diseño de enrocado para protección con $h = 6 \text{ m}$, el cuerpo del dique de 4 m , altura de socavación de 2 m , corona de 4 m y la utilización de rocas de 1.95 m de diámetro.

Arias Vilca & Muñoz Castillo (2015), en el estudio de su tesis los autores realizaron el *“Diseño de Defensa Ribereña Utilizando Geo-celdas en la Carretera Villa Rica – Desvió Iscozacín (KM. 31.8 – KM. 31.98), Oxapampa – Pasco”*, el estudio fue desarrollado “en la zona tropical del departamento de Pasco, desde el kilómetro 31.80 al kilómetro 31.98” dentro de sus objetivos está el “realizar el estudio hidrológico de la zona y evaluar las características geomorfológicas de la quebrada, cuenca y subcuentas que interceptan a la vía, estimar los caudales de diseño y niveles de erosión”. Se obtuvieron los parámetros morfológicos a través del procesamiento cartográfico en el software ArcGIS, se obtuvieron las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración, el caudal de diseño fue de $123.9 \text{ m}^3/\text{s}$ para un periodo de retorno de 140 años y la velocidad promedio fue de 4 m/s . los investigadores determinan que el revestimiento con geo celdas de 75 mm . Rellenas con concreto cumplen con lo recomendado para una velocidad de flujo promedio de 4 m/s . con concreto de 210 kg/cm^2 .

TEORÍAS ASOCIADAS:

2.1 Variable Independiente: Modelamiento Hidráulico

2.1.1 Estudio Hidrológico

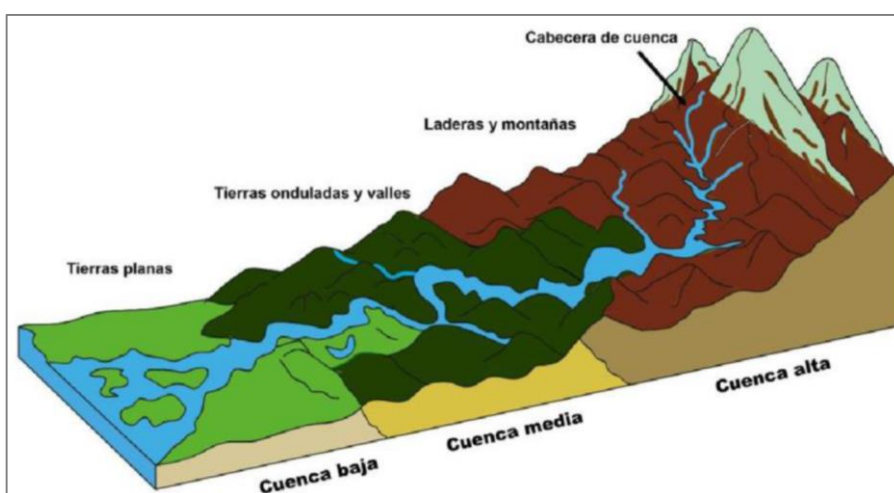
El estudio hidrológico es importante para realizar un correcto modelamiento hidráulico, esto permitirá que el estudio sea más adecuado a la realidad y pueda servir para usos futuros. En el estudio de (Mahyar Shafii & Bryan A. Tolson, 2015), publicado en la revista "Water Resources Research" nos dice que el resultado simulado de un modelo hidrológico calibrado debe ser hidrológicamente correcto o consistente con los datos de respuesta medidos. los modeladores hidrológicos calibran los modelos para optimizar las medidas de bondad de ajuste basadas en residuos, luego evalúan los resultados obtenidos con respecto a las firmas hidrológicas.

Cuenca hidrográfica

(Vasquez V., y otros, 2016) La cuenca hidrográfica se define como el área geográfica o natural delimitada en su superficie por la divisoria de agua, que recoge las lluvias y drena el agua de interés llamado río principal (Ver figura 3).

Figura 3

Partes de una cuenca hidrográfica



Nota: Adaptado de "Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas" (p.21), por Vásquez V. y otros, 2016, Universidad Agraria La Molina.

Existe una controversia en las definiciones de la división de una cuenca, (Vasquez V., y otros, 2016) explican que se consideran micro cuencas los recursos de agua de 1°, 2° y 3° nivel, sub cuencas los de 4° y 5° nivel y cuencas los de 6° nivel a más, se puede observar en la tabla 2 la división de una cuenca hidrográfica respecto a su área. Se muestra en la figura 4, que el curso de un río inicia en el cauce más estrecho y tiene como punto de referencia las líneas divisorias de cada vertiente.

Tabla 2

División de una cuenca hidrográfica considerando su área.

Unidad hidrográfica	Área (miles de has)
Cuenca	>50
Sub cuenca	5-50
Micro cuenca	<50

Nota: Adaptado de “*Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*” (p.22), por Vásquez V. y otros, 2016, Universidad Agraria La Molina.

Figura 4

División de una cuenca hidrográfica.



Nota: Tomado de *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas* (p.22), por Vásquez V. y otros, 2016, Universidad Agraria La Molina.

Geomorfología de una cuenca

(Villón Béjar M. , 2002) Las características de una cuenca dependen de factores climáticos y fisiográficos, estas tienen una influencia directa en la cuenca, por lo que es importante identificar los indicadores geomorfológicos.

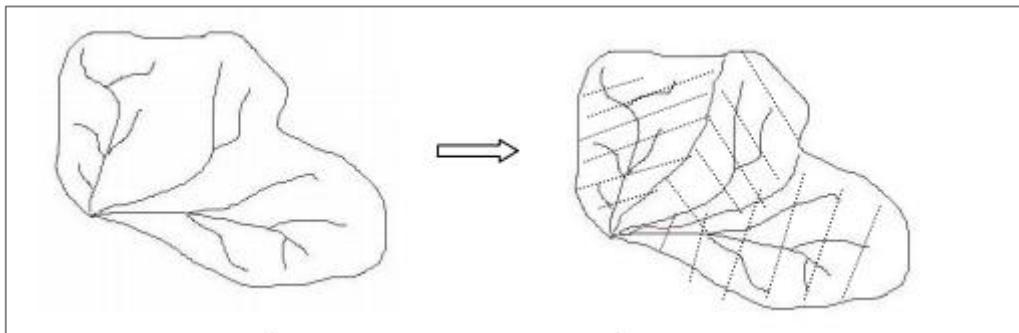
2.1.1.1 Parámetros generales

a) Área (A)

(Gutiérrez Elorza, 2008) Es la proyección del total de la superficie de escurrimiento en un régimen de evacuación destinado directa o indirectamente a un solo cauce, generalmente por las dimensiones de una cuenca el área está dada en km². Los procedimientos de estimación de escurrimiento serán óptimos si se aplica a áreas que tengan las mismas características, dividiendo las cuencas con gran tamaño en sub-cuencas de menor consideración, pero más homogéneas (Ver figura 5).

Figura 5

Cuenca extensa dividida en 3 sub-cuencas de menor tamaño.



Nota: Tomado de “*Morfología de las cuencas hidrográficas*” (p.6), por Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011, Universidad Politécnica de Valencia.

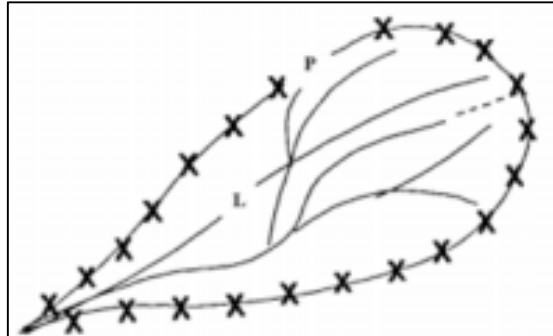
b) Longitud (L), perímetro (P) y ancho (W) de la cuenca

(Gutiérrez Elorza, 2008) La longitud en una cuenca se expresa como la distancia en un plano horizontal, que se mide desde el punto inferior aguas abajo, hasta el punto superior aguas arriba de la cuenca, es también conocido como el inicio del

rio de orden 1 o rio principal. Su perímetro está establecido como la longitud que pasa por las divisorias de aguas (Ver figura 6).

Figura 6

Longitud y perímetro de una cuenca.



Nota: Tomado de “*Morfología de las cuencas hidrográficas*” (p.6), por Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011, Universidad Politécnica de Valencia.

(Gutiérrez Elorza, 2008) “El ancho de la cuenca está dado por la relación entre su área y longitud”.

$$W = \frac{A}{L}$$

Donde:

W: ancho de la cuenca en km

A: Superficie de la cuenca en km²

L: Longitud de la cuenca en km

c) Desnivel altitudinal (DA)

El desnivel altitudinal es la diferencia de alturas entre la cota superior e inferior en una cuenca.

$$DA = HM - Hm$$

Donde:

DA: Desnivel altitudinal

HM: Cota superior de la cuenca

Hm: Cota inferior de la cuenca




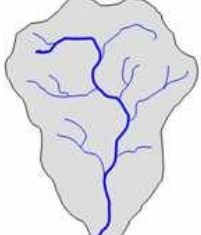
2.1.1.2 Parámetros de forma.

a) Factor de forma

Horton R. E. (1945), sugirió un factor adimensional F_f que es la relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal, y se determina según la figura 7.

Figura 7

Factor de Forma de Horton

Factor de forma (F_f)	0 - 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 0,75	0,75 – 1
	Estrecha	Alargada	Amplia	Ancha
$F_f = \left(\frac{A}{L_c^2} \right)$ <p> F_f= Factor de forma de Horton A= Área de la cuenca (m²) L_c= Longitud del cauce principal (m) </p>				
Producción sostenida de caudales	bajo	moderado	alto	Muy alto
Potencial a crecientes	bajo	moderado	alto	Muy alto

Nota: Tomado de “Conceptos básicos de Morfometría de cuencas Hidrográficas” (p.3), por Benjamín Lux Cardona, Universidad de San Carlos de Guatemala.

b) Factor de compacidad

Villón Béjar M. (2002) “Gravelius determina la relación de equivalencia entre el perímetro de una cuenca y el de un círculo de igual área”, en la tabla 3 se muestra la clasificación de acuerdo al factor K_c y se expresa con la siguiente formula:

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Donde:

K_c : Factor de compacidad

P: Perímetro de la cuenca

A: área de la cuenca

Tabla 3*Clasificación del factor de compacidad*

K_c	Clasificación
1 a 1,25	Casi redonda a oval-redonda
1,25 a 1,5	Oval redonda a oval-oblonga
1,5 a 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga
>1,75	Rectangular

Nota: Adaptado de “*Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires*”, (p. 1852-4265).

c) Relación de elongación

Cuando la relación de elongación se acerca a la unidad quiere decir que la cuenca es muy plana y circular, cuando la relación de elongación está entre 0,5 y 0,8 la cuenca es plana con proporciones accidentales. Se define de la siguiente formula:

$$R_e = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

Donde:

R_e: Relación de elongación

A: Área de la cuenca

L: Longitud de la cuenca

2.1.1.3 Parámetros de relieve

a) Pendiente media

Es la media o promedio de las pendientes de toda la extensión que pertenecen a la cuenca donde la línea de la pendiente mayor permanece continua.

$$J = 100 \frac{\sum Li * E}{A}$$

Donde:

J: Pendiente media

Li: Longitud de las curvas de nivel en km

E: Distancia de las curvas de nivel en km

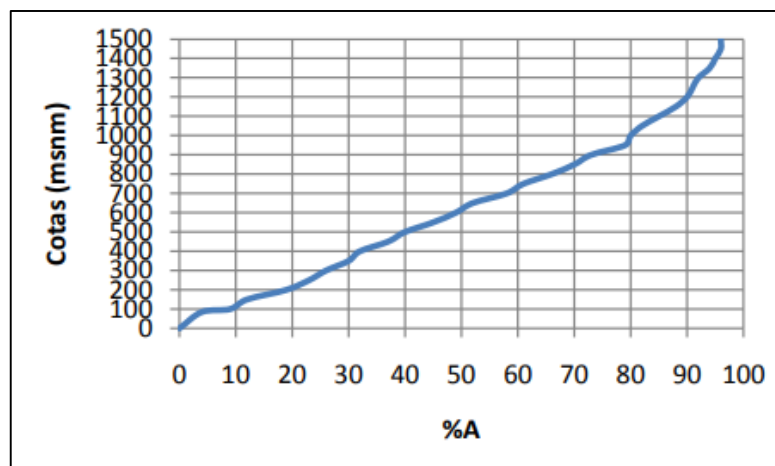
A: Superficie en km²

b) Curva hipsométrica

Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer (2011) “Esta curva grafica el relieve de la unidad hidrográfica en función el área drenada como se ve en la figura 8.

Figura 8

Curva hipsométrica



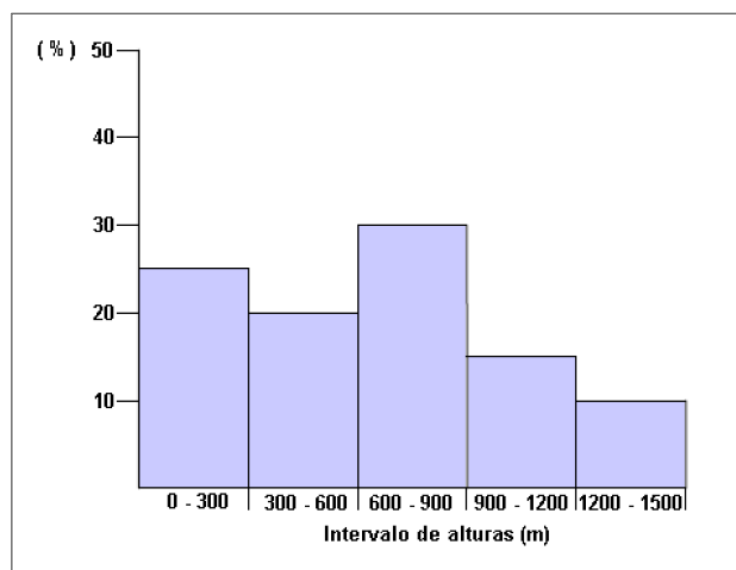
Nota: Tomado de “*Morfología de las cuencas hidrográficas*” (p.8), por Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011, Universidad Politécnica de Valencia.

c) Histograma de frecuencias altimétricas

Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer (2011) El histograma de frecuencias altimétricas se obtiene se obtiene con el promedio de la elevación altimétrica de la cuenca en m.s.n.m. en función al área acumulada (Ver figura 9).

Figura 9

Histograma de frecuencias altimétricas



Nota: Tomado de “*Morfología de las cuencas hidrográficas*” (p.9), por Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011, Universidad Politécnica de Valencia.

d) Elevación media

Es la variación altitudinal en función al clima de una cuenca, esta variación incide directamente en su distribución térmica. Este valor se calcula usando la curva hipsométrica.

$$H = \frac{V}{A}$$

Donde:

H: Elevación media

V: Volumen entre la curva y los ejes en m³

A: Área de la cuenca en m²

2.1.1.4 Características de la red de drenaje

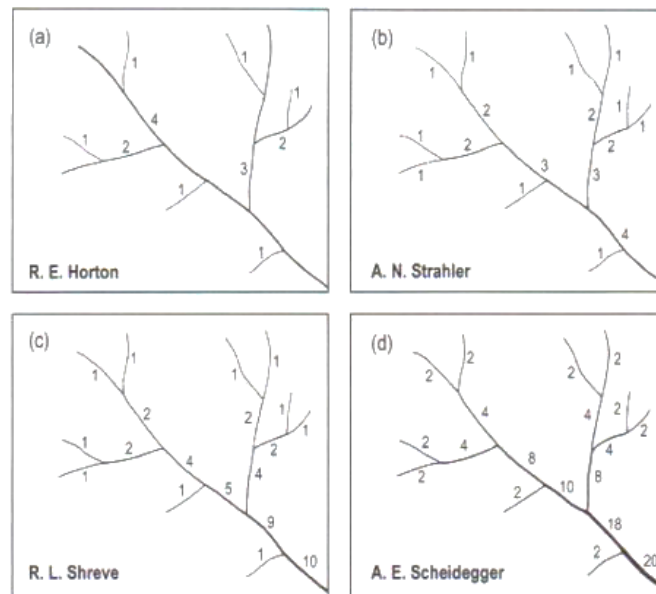
(Villón Béjar M. , 2002) Es una característica fundamental en el estudio de la cuenca debido a que se refiere al escurrimiento o la velocidad con que drena el volumen de agua que recibe, estas características pueden describirse de acuerdo con:

a) Orden de corriente

(Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011) Es la clasificación que genera el grado de intersección del río, existen diferentes sistemas de clasificación como se muestra en la figura 10, pero para nuestra área de influencia hidrológica tomaremos el método de Horton.

Figura 10

Métodos de ordenación de los segmentos y cursos fluviales.



Nota: Tomado de *Geomorfología*, por Gutierrez Elorza, 2008, Pearson Prentice Hall.

b) Densidad de drenaje

Es la relación de la longitud del cauce y el área de la unidad hidrográfica.

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Donde:

D_d : Densidad de drenaje.

L : longitud total del cauce en km.

A : Área de la unidad hidrográfica en km².

c) Tiempo de concentración

Es el periodo que toma una gota en transportarse desde la parte alta de la cuenca hasta el punto de salida. Se calcula mediante la fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.01947 \frac{L^{0.77}}{S^{-0.385}}$$

Donde:

T_c: Tiempo de concentración en min.

L: Longitud de la red de drenaje principal en m.

S: Pendiente de la red de drenaje principal en m/m.

d) Número de Curva

(SNIRH, 2015) Es un modelo empírico desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelo (SCS) de los Estados Unidos que determina un umbral de escorrentía a través de un número hidrológico (número de curva), toma un valor de 1 a 100 siendo 0 superficies impermeables y 100 altamente permeables. (Ver tabla 4).

Tabla 4

Numero de curva para los diferentes grupos hidrológicos

Descripción del uso de la Tierra		A	B	C	D
Tierra Cultivada: Sin tratamientos de Conservación		72	81	88	91
Sin tratamientos de Conservación		62	71	78	81
Pastizales: Condiciones pobres		68	79	86	89
Condiciones Óptimas		39	61	74	80
Vegas de río: Condiciones Óptimas		30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin		45	66	77	83
hiervas, cubierta buena.		25	55	70	77
Áreas Abiertas, césped, parques, campos de golf, Cementerios, etc.					
Óptimas condiciones: cubierta de pasto en 75% o más.		39	61	74	80
Aceptables condiciones: cubierta de pasto en el 50 al 75 %		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% Impermeables)		81	88	91	93
Residencial:					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable				
		77	85	90	92
1/8 acre o menos	65	61	75	83	87
1/4 acre	38	57	72	81	86
1/3 acre	30	54	70	80	85
1/2 acre	25	51	68	79	84
1 acre	20				
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
Calles y Carreteras:					
Pavimentos con cuneras y alcantarillas		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

Nota: Adaptado de (Hidrología Aplicada) por Chow V.T., Maidment D.R., 1994, Mc. Graw Hill- Primera Edición.

e) Escorrentía superficial

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud total de la red de drenaje principal. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{A}{Lt}$$

Donde:

E: Escorrentía

A: Área de la cuenca

Lt: Longitud total de la red de drenaje principal

Modelamiento hidrológico con el software ArcGIS

(Baiyinbaoligao, Wang Ding, & Li XiangYang, 2011), en la revista “Procedía Environmental Sciences”, aplica el ArcGIS en el cálculo de cuencas, precipitación-escorrentías, donde se sabe que el software es importante para la delimitación de la cuenca hidrográfica de forma digital, e indica que los resultados que obtuvo representan bien la información observada en campo. La aplicación de la tecnología SIG, es un proceso relativamente simple, en el que el modelo brinda resultados con una mayor precisión.

La metodología del software ArcGIS combina el uso de herramientas SIG y raster, modelos hidrológicos y base de datos. La parte elemental del estudio hidrológico es la cuenca, ya hablando en términos de modelos hidrológicos se simplifica al uso del Modelo Digital de Elevación MDE.

Al obtener la delimitación de la cuenca y estando determinado el punto de desemboque, se puede modificar el número de sub-cuencas identificados por el software utilizando criterios geográficos

2.1.1.5 Precipitaciones

Es fundamental tener conocimiento sobre las precipitaciones de toda la cuenca y no solamente en sectores determinados, esta información nos la otorgan los pluviómetros. Existen diferentes métodos para identificar la precipitación promedio de la cuenca, pero la investigación se analizará con el método aritmético.

Precipitación media - Método Aritmético

Es un método relativamente sencillo y por lo general no se utiliza sistemas de información geográfica, es el ponderado de las precipitaciones que se obtienen en las diferentes estaciones de la cuenca, brinda una excelente estimación, todo dependiendo si las estaciones están repartidas de forma uniforme en la extensión de la cuenca.

$$P_{med} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

Donde:

P_{med} : Precipitación media

P_i : Precipitación en mm en la estación i

n: Número de estaciones dentro del área de influencia hidrológica

Cálculos hidrológicos con el software HidroEsta

El software es utilizado para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la hidrología, permite calcular a partir de la duración de las precipitaciones máximas, eventos de diseño con una probabilidad de ocurrencia, realizando así el cálculo de intensidad máxima.

Leyes de distribución de procesos Hidrológicos

Béjar (2006) El análisis de frecuencias tiene como propósito estimar las precipitaciones, intensidades o caudales máximos para diversos T_r (periodos de retorno), mediante la aplicación de leyes de distribución probabilística como

distribución normal, Log Normal 2 parámetros, Log Normal 3 parámetros, Pearson tipo III, Gumbel y Log Gumbel.

2.1.1.6 Caudal de diseño

(Villón Bèjar, 2002) “El caudal de diseño está en relación al periodo de retorno y este a su vez está relacionado con la vida útil de n años de la infraestructura hidráulica y su riesgo de falla admisible. A si se expresa en las siguientes ecuaciones:

$$P = \frac{1}{T} \text{ ó } T = \frac{1}{P}$$

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

En la tabla 5 se muestra los valores máximos recomendados de riesgo admisible para obras de infraestructura hidráulica.

Tabla 5

Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.

Tipo de estructura	Riesgo Admisible (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarilla de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Nota: Tomado de “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje” (p. 25), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Existen diferentes métodos para obtener los caudales máximos como:

- Métodos directos
- Métodos empíricos:
 - Racional

- Mac Math
- Método del número de curva
- Métodos estadísticos:
 - Gumbel
 - Nash
 - Lebediev

Modelo hidrológico con el software HEC HMS

Este software utiliza métodos de precipitación de la cuenca durante un periodo especificado. Esta simulación continua puede comprender un periodo de tiempo.

Estudio Hidráulico

(Cadavid, 2006) La hidráulica comprende metodologías para realizar cálculos y obtener resultados numéricos, necesarios para dar solución a todos los problemas en el que participe un líquido, la base fundamental de la hidráulica es la hidrostática y la hidrodinámica esta segunda puede ser estudiada según su conducción, en tuberías, túneles o alcantarillas de cajón (conducción cerrada), canales artificiales y naturales (conducción abierta).

La modalidad de cómo se transporta el líquido se define según el tipo de flujo: El flujo a presión y flujo a superficie libre, un canal comportamiento siempre es a superficie libre. No puede ser presurizado, porque está cubierto por una pared superior. Todo lo contrario, sucede en una cerrada donde opera según ambas modalidades de flujo. El flujo en algunas ocasiones trabaja a presión y a veces a superficie libre. Según lo dicho no puede darse de forma simultanea dichos comportamientos. Cuando se habla de un funcionamiento mixto se trata cuando la conducción funciona a presión en zonas específicas, y otros tramos a superficie libre.

El canal es todo conducto abierto o cerrado, donde se muestra un manejo de flujo a superficie libre. El canal se clasifica según el procedimiento utilizado para ser

creado, como canales naturales o artificiales. En nuestro proyecto de investigación nos enfocaremos al estudio de canales naturales, para utilizarlo aplicarlo en el caso particular del río Caplina sector Rio Seco.

Clasificación de flujo en Canales

– Flujo permanente y no permanente

(Villón Béjar M. , 2007) En un flujo permanente si el tirante y velocidad no cambian con relación al tiempo.

$$\frac{\partial y}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial t} = 0; \text{ etc.}$$

El flujo es no permanente si los factores antes mencionados cambian con respecto al tiempo, es decir:

$$\frac{\partial y}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial A}{\partial t} \neq 0; \text{ etc.}$$

– Flujo uniforme y variado

Se denomina uniforme si se utiliza al espacio como una variable, y es uniforme cuando los factores como la velocidad, tirante, etc. no cambian con respecto al espacio:

$$\frac{\partial y}{\partial L} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial L} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial L} = 0; \text{ etc.}$$

En un flujo variado los factores cambian de una sección a otra, esto se clasifica también como gradual y rápidamente variado:

$$\frac{\partial y}{\partial L} \neq 0; \quad \frac{\partial v}{\partial L} \neq 0; \quad \frac{\partial A}{\partial L} \neq 0; \text{ etc.}$$

– Flujo laminar o turbulento

Este comportamiento está determinado por las fuerzas viscosas y de gravedad en relación con fuerzas de inercia de flujo, dichas fuerzas viscosas es medida mediante el número de Reynolds:

$$R_e = \frac{vR}{u}$$

Donde:

R_e : Radio hidráulico de la sección transversal en m.

v : Velocidad media en m/s.

ν : Viscosidad cinemática del agua m^2/s

Según Billón Béjar (2007) ,si:

$R_e > 580$, flujo laminar.

$580 \leq R_e \leq 750$, flujo de transición.

$R_e > 750$, flujo turbulento.

– **Flujo crítico, sub crítico y súper crítico,**

Estos flujos tienen relación con los efectos de gravedad, es determinada con el número de Froude (F).

$$F = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

Donde:

v : Velocidad media de la sección en m/s

g : Aceleración de la gravedad en m/s^2

L : Longitud característica de la sección en m.

La longitud de los canales está dado por la profundidad media o de tirante medio $\bar{y} = A/T$, con lo que se obtiene:

$$F = \frac{v}{\sqrt{g\bar{y}}} = \frac{v}{\sqrt{gA/T}}$$

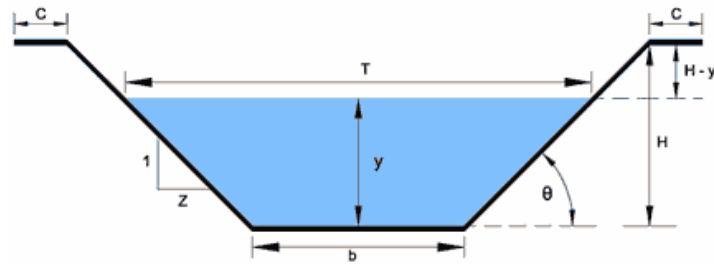
Por lo que, según el número de Froude, el flujo será: sub critico si $F < 1$, crítico si $F = 1$ y súper critico si $F > 1$.

2.1.1.7 Sección Transversal de un Canal

(Villón Béjar M. , 2007) “Las secciones transversales de un canal son frecuentemente de formas variadas y cambia de un punto a otro. Se observa en la figura 11 los elementos geométricos de la sección transversal de un canal.

Figura 11

Elementos geométricos de la sección transversal de un canal.



Nota: Tomado de *Hidráulica de Canales* (p.18), por Villón Béjar, Máximo, 2007, Ediciones Villón.

Donde:

H: profundidad.

b: base.

y: tirante.

θ : ángulo de inclinación.

T: superficie libre de agua

H-y: borde libre.

C: ancho del bordo.

Z: talud.

2.1.2 Parámetros hidráulicos

2.1.2.1 Coeficiente de rugosidad

Este coeficiente está en relación con el material, uno de los métodos para poder hallar es propuesto por Cowan como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6*Coeficiente de rugosidad con respecto al material*

Material		Coeficiente de rugosidad de Manning Típico
Concreto		0.012
Fondo de grava con lados de Canales naturales	Concreto	0.020
	Piedra	0.023
	Limpios y rectos	0.030
	Limpios y curvos	0.040
	Curvos con hierbas y piscinas	0.050
Planicies de inundación	Con matorrales y arboles	0.100
	Pastos	0.35
	Cultivos	0.40
	Hierbas y pequeños matorrales	0.050
	Matorrales densos	0.070
Arboles densos		0.100

Nota: Tomado de *Hidrología aplicada*, por TE Chow, 1988, McGraw-Hill.

2.1.2.2 Tirante

Es el trecho vertical medido del punto más bajo de la sección a la superficie, denominada también como profundidad del flujo “y” (Ver figura 11).

2.1.2.3 Velocidad

Para hallar la velocidad de flujo se debe efectuar un estudio para identificar el tipo de flujo, teniendo relación directa con el número de Froude. Este es número adimensional que depende del tirante medio y la velocidad, donde el tirante medio se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{y} = \frac{\text{área}}{\text{ancho superficial}}$$

Y para calcular el número de froude:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gy}} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot A/T}}$$

Donde:

g: Gravedad.

v: Velocidad media.

A: Área de la sección.

T: Ancho superficial de agua.

Modelamiento hidráulico

Según (López, 2018) la modelación se desarrolló de forma continua en la hidráulica a lo largo de los años, existen indicios históricos de los estudios de diseños hidráulicos por lo que se han enunciado principios fundamentales en la hidráulica. La modelación se utiliza para simular situaciones reales que se desea investigar, la observación y el estudio de este modelo conforman la información necesaria para el entendimiento de su naturaleza.

Los modelos hidráulicos se clasifican en modelo físico, modelo analógico y modelos matemáticos. esta investigación se utilizará un modelo matemático para calcular caudales partiendo de la estimación de velocidades superficiales.

Modelamiento hidráulico con el software Iber

La investigación realizada por (E. Bladé, y otros, 2014) nos indica que el software Iber es una software que sirve como herramienta útil en simulaciones numérica del flujo en este caso de los ríos, la cual se ha desarrollado para modelar numéricamente los flujos de superficie libre en 2 dimensiones. El modelo matemático del comportamiento de un río es alcanzar los valores para los parámetros hidráulicos como el tirante, velocidad, caudal, etc. Existe la necesario que con el paso del tiempo se estudie fenómenos más complejos, ya que en la realidad las observaciones que se hacen en la naturaleza indican efectivamente que el flujo se da en dos dimensiones, es decir, ya que muchas veces prevalece las dimensiones horizontales en mayor cantidad que las verticales.

Este software está directamente administrado por el sector público de España en conjunto con distintas universidades, algunas de sus aplicaciones son: simulación del flujo de ríos, evaluación de áreas inundables, estabilidad de los sedimentos del lecho, procesos de erosión y sedimentación, etc.

2.2 Variable Dependiente: Defensas Ribereñas

Son estructuras usadas para la delimitación del cauce, proteger las orillas contra erosiones o inundaciones debido a la crecida de los ríos por las precipitaciones pluviales.

La construcción de las defensas ribereñas es un proceso técnico que requiere de estudios hidrológicos y geomorfológicos de los tramos que sufren erosión y desbordes.

Según (Maccferri, 2008) divide las defensas ribereñas en obras longitudinales y deflectoras. Las obras longitudinales se usan para deslindar el cauce, dar protección a las orillas contra la erosión y/o inundaciones, recuperar terrenos de las riberas y en obras de captación.

Dependiendo la situación local y su finalidad se dividen en: estructura gruesa ya que protege la orilla del río contra la erosión actuando como contención cediéndole estabilidad al talud natural y estructura delgada esta es aplicada para cubrir o delimitar la orilla y protegiéndola contra la erosión.

Cuando se quiere orientar y concentrar el flujo de drenaje se usan las obras deflectoras, los más representativos son sistemas de espigones.

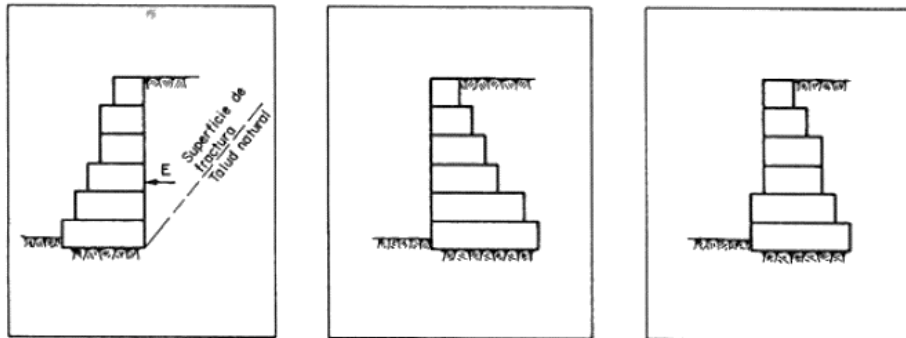
Tipos de defensas ribereñas

- **Gaviones**

Los gaviones son estructuras de contención armada, confeccionados con malla hexagonal que tienen doble torsión, fabricada con acero galvanizado y revestido. Según (Camargo Hernandez & Franco, 2001) su función principal es controlar la erosión en cárcavas de diferentes tamaños y es aplicado como presa para normalizar corrientes como se muestra en la figura 12.

Figura 12

Disposición de los muros de sostenimiento formados con gaviones



Nota: Tomado de *Manual de Gaviones* (p.116), por Camargo Hernández, Jaime E., 2001, Instituto de Ingeniería UNAM.

- **Espigones**

Se usan para salvaguardar y rescatar orillas erosionadas. Estas infraestructuras cambian el flujo de la corriente de agua concentrándolo y a su vez impidiendo que las fuerzas del agua lleguen a los márgenes, como se muestra en la figura 13. Los espigones son usados en conjunto como un sistema para crear zonas de remanso y por ende de sedimentación del material en suspensión, entre ellos, reconstituyendo así la margen erosionada.

Figura 13

Distribución de los espigones



Nota: Tomado de *Defensas Fluviales con Espigones* (p.5), por Rocha Felices, Arturo, 2015, Introducción a la Hidráulica de las Obras Viales.

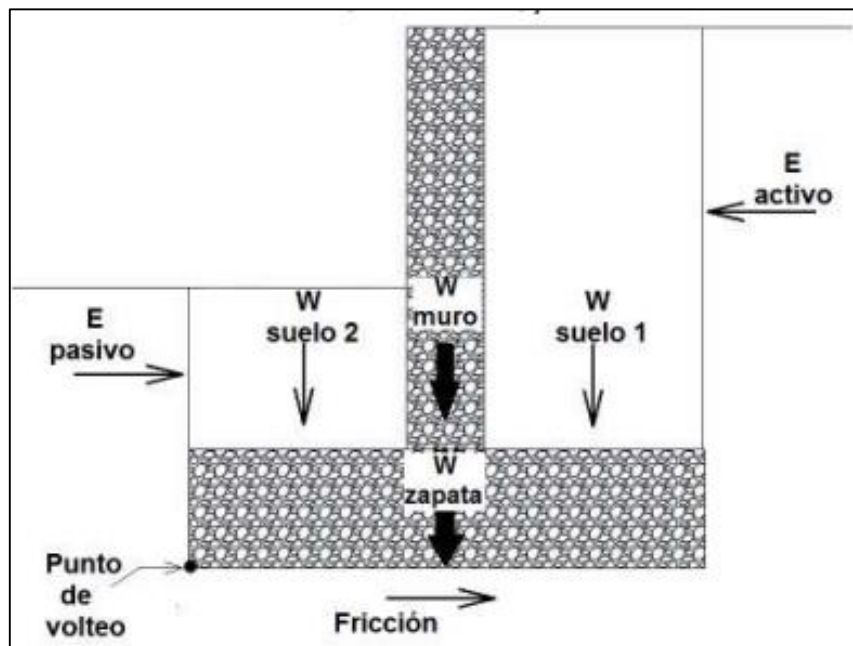
- **Muro de contención**

(Hernández, 2018) Los muros de contención son estructuras muy importantes en diversas obras, que son capaces de soportar las presiones laterales, generadas por terrenos naturales o rellenos, son usados generalmente donde existe cambios abruptos de pendientes, por lo anteriormente mencionado puede ser usado en tanto a obras hidráulicas con el objeto de delimitar entre el agua y el suelo con fines de defensas ribereñas y/o la erosión de la rivera del ríos por cambios constantes en la cantidad de flujo que transportan estos canales naturales.

Tomando en cuenta el tipo de muro, su uso, el tipo de suelo que se emplee como relleno y el tipo de suelo donde este la base y el material con el que esté construido o la presencia de algunas cargas, como se muestra en la figura 14.

Figura 14

Diagrama de cargas a considerar para el diseño de muros de contención.



Nota: Tomado de *E.050 Suelos y Cimentaciones* (p.62), 2018, Reglamento Nacional de Edificaciones.

- **Geo-bolsas**

Según Andex (2018) “Son geo-contenedores confeccionados por geotextiles como el poliéster, como se muestra en la figura 15, polipropileno o geo-compuestos de alta resistencia a la abrasión. Ofrecen un alto modulo con baja deformación, ya que tiene una estabilidad hidráulica y una alta resistencia mecánica a largo plazo, haciendo que estas características se mantengan estables durante la vida útil de la estructura, ejerciendo así un control sobre las deformaciones que se puedan presentar además de la retención adecuada de finos”.

Figura 15

Aplicación de Geo-bolsas como defensa fluvial



Nota: Adaptado de Andex – Productos – Geo-bolsas

<https://andex.com.pe/geobolsas/>

- **Geo-celdas**

Las geo-celdas son un sistema tridimensional de confinamiento celular, como se muestra en la figura 16, siendo muy resistentes a la radiación ultra violeta y soldadas con uniones ultrasónicas o termo-fusión, formando una estructura de cavidades tipo colmena y que confina cualquier material con que se rellene, como la grava, tierra, arena, hormigón, entre otros, las que aportan gran resistencia estructural, esto permite que, mediante la elaboración de un suelo artificial, conseguir un excelente drenaje, por ende, establecimiento de vegetación.

Figura 16

Sistema de Geo-celda



Nota: Adaptado de GEOWEB Sistema de estabilización de suelos por Presto GeoSystems,2000

Material:

Está conformado por tiras de polietileno de alta densidad (HDPE), se muestra figura 17 referencial, no degradable térmicamente, con aditivos exclusivos que le otorgan un nivel de resistencia y durabilidad únicas, sus paredes tienen un acabado texturizado y perforado. Las láminas están soldadas en ciertos puntos para formar celdas individuales que se adaptan a las diferentes superficies de uso.

Figura 17

Sistema de Geo-celda



a) Ranuras para conexión y tendón b) Material flexible no quebradizo

Nota: Adaptado de GEOWEB Sistema de estabilización de suelos por Presto GeoSystems,2000

Usos:

- Estabilización de suelos

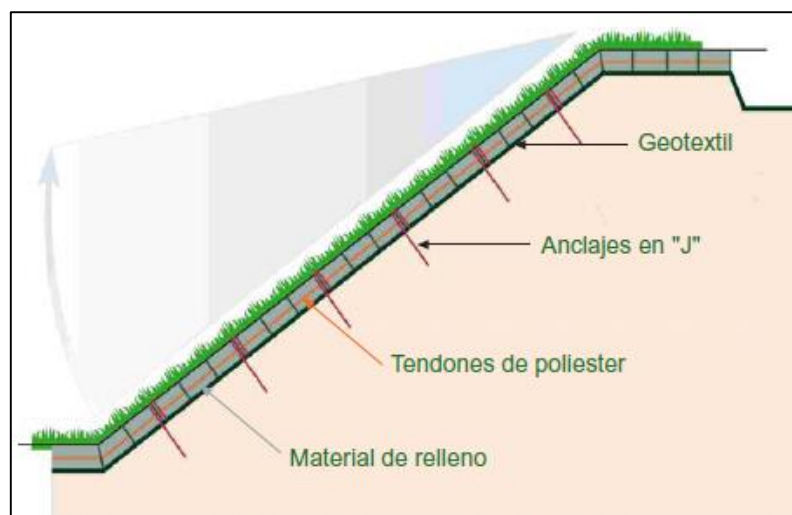
Usar geo-celdas reduce la cantidad y calidad de los agregados que son necesarios para la estabilización de terrenos con baja capacidad portante. Las celdas rellenas actúan en conjunto, reduciendo las cargas. Este sistema resulta particularmente eficaz para reutilizar los suelos de la misma obra. Las geo-celdas reduce considerablemente el volumen de agregados que son necesarios para obras de construcción en carreteras, línea de ferrocarril, espigones, entre otros.

- Estabilización de taludes

La utilización de geo-celdas en un talud cumple esencialmente con retener el relleno que se aporta en su superficie, ver figura 18, debido a su forma, es un material drenante que genera que la escorrentía se vea frenada en su tránsito entre celdas, por lo cual, reduce el proceso erosivo del talud. Permite la hidrosiembra al poder dotar de agua a las plantas. El material existente junto con el material de relleno, las geo-celdas y fijaciones permiten que el sistema funcione en conjunto como una estructura flexible y permanente.

Figura 18

Estabilización de taludes con el uso de Geo-celdas



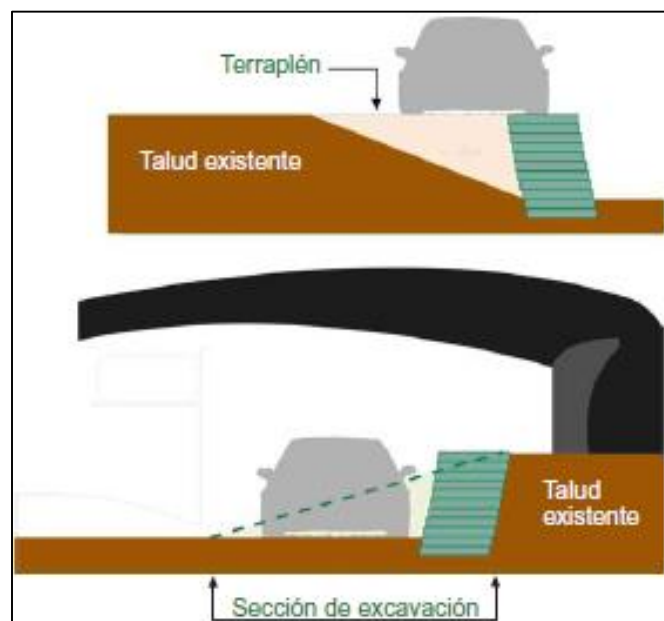
Nota: Adaptado de GEOWEB Sistema de estabilización de suelos por Presto GeoSystems, 2000

- Muros de contención de tierra y muros verdes

Las Geo-celdas se pueden aplicar también a la construcción de muros de retención, ver figura 19, para este caso las Geo-celdas se instalan horizontalmente, para luego ser rellenas por capas. Para el caso de construcción de muros verdes, el relleno puede ser de tierra vegetal la implantación y crecimiento de la vegetación. Por lo general el material utilizado es el material propio del lugar. Este sistema de confinamiento celular se usa para la construcción de muros de terraplén como para muros de contención de terreno excavado.

Figura 19

Muros de contención de tierras y muros verdes




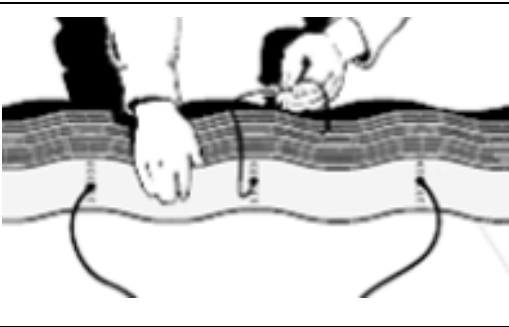
Nota: Adaptado de GEOWEB Sistema de estabilización de suelos por Presto GeoSystems,2000

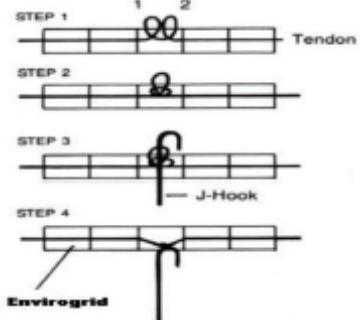
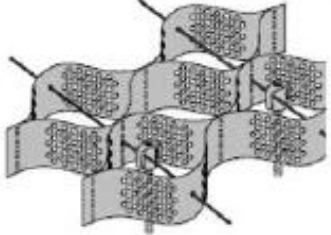

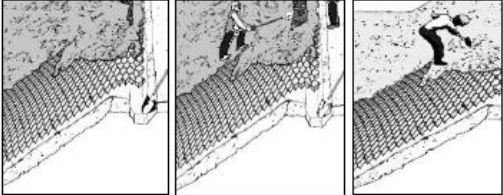
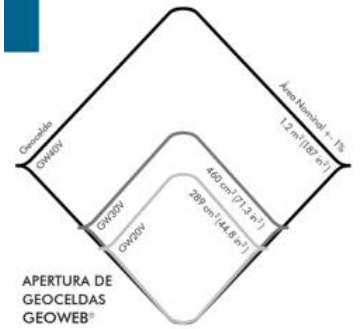
Procedimiento constructivo

Se describe el proceso constructivo de geo-celdas como se visualiza en la tabla 7.

Tabla 7

Proceso constructivo de geo-celdas

<p>a) Preparación del Terreno</p>	<p>Limpiar los taludes. Excavar zanjas Fijación del material en la corona.</p>	
<p>b) Protección de talud con geotextil</p>	<p>-Colocar el geotextil. -Colocación de la geo-celda. -Traslapar secciones adyacentes. -Juntarán con una engrapadora neumática. -Fijar los bordes del geo-textil</p>	
<p>c) Colocación de las Secciones de Geo-celdas</p>	<p>-Se debe introducir una fila de ganchos a lo largo del borde superior. -Juntar secciones de geo-celdas mediante grapas -Asegurándose de que la cara superior de las secciones esté a nivel</p>	
<p>d) Preparación e inserción de tendones en secciones de geo-celdas</p>	<p>Los tendones serán insertados en los orificios laterales de los paneles de la geo-celda Los tendones se cortan un 10% más largo que el panel de geo-celda.</p>	
<p>e) Métodos especiales para la inserción de los tendones</p>	<p>Utilizar un alambre de 2.5mm de poca longitud doblado en un gancho largo en un extremo, tipo aguja, para jalar la punta del tensor a través de la sección de geo-celda plegada, (ver Figura 25).</p>	

f) Terminación y anclado de los ganchos	Se hará un nudo en el tendón para fijar los ganchos de anclaje.	
g) Anclajes internos	Introducir anclajes adicionales a intervalos especificados en algunas celdas -Determinadas de la sección de la geo-celda	
h) Anclaje enterrado en zanja	-los paneles de geo-celdas se fijaran tanto en la corona del talud como en la base	
i) Colocación de relleno	-El llenado de las secciones de geo-celda puede empezar después de concluida la fase de anclaje. - Se deberá llenar a desde la corona hacia el pie del talud las celdas deben llenarse en exceso	
j) Dimensiones de Geo-celda	Debe ser de acuerdo a las dimensiones del talud que se quiere proteger, considerando que si el panel de geo-celda no cubre en la totalidad la longitud a cubrir. Se deberá tomar en cuenta las dimensiones de la sección de celda, esto de acuerdo al diseño a proponer.	

Nota: Adaptado de GEOWEB Sistema de estabilización de suelos por Presto GeoSystems,2000

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de la investigación: Aplicada

Es Aplicada, ya que los conocimientos originados en esta investigación son de ayuda para dar una solución a la problemática (Sampieri,2010).

La investigación aplicada es utilizar los conocimientos y ponerlos en práctica, dicha investigación fue desarrollada utilizando teorías asociadas del modelamiento hidráulico y dando como respuesta una propuesta de defensa ribereña para el Sector de Rio Seco en Tacna.

3.1.2 Diseño de la investigación: No experimental

Se utiliza cuando se pretende analizar una situación ya existente, no provocada intencionalmente. No se manipulan las variables, solo se las observa en su ambiente natural para después analizarlas. (Sampieri, 2010)

Nuestro diseño es no experimental ya que no se alteran e interviene ninguna de las variables, solo se observan y analizan los fenómenos en su entorno natural y es de corte longitudinal ya que se recopila datos e información a través del tiempo.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente: Modelamiento hidráulico

Definición conceptual

El modelamiento hidráulico es una herramienta de simulación numérica, que estudia el comportamiento dinámico del agua, en este caso de los ríos, así mismo, evaluar zonas inundables, encausamiento, erosión y sedimentación por transporte de material granular entre otros.

Definición operacional

La medición de la variable independiente “Modelamiento hidráulico” se realizará mediante sus dimensiones: estudio hidrológico, topografía y parámetros hidráulicos.

La operacionalización de variables se muestra en el anexo 2.

3.2.2 Variable dependiente: Defensa ribereña

Definición conceptual

Las defensas ribereñas son obras hidráulicas capaces de soportar esfuerzos laterales, generadas por terrenos naturales, rellenos, sísmicos o la misma fuerza hidráulica, con el fin de encausar el agua, en función de sus máximos caudales.

Definición operacional

La medición de la variable dependiente “Defensas ribereñas” se realizará mediante sus dimensiones: estudio de mecánica de suelos y diseño de geo-celdas.

La operacionalización de variables se muestra en el anexo 2.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

La población de estudio es el grupo de sujetos u objetos sobre los que se tiene influencia con el estudio o investigación (Supo, J.,2014).

La población es todos los sectores inundables de la cuenca del Río Caplina.

3.3.2 Muestra

Es una parte de la población, la cual se estudia para llevar sus conclusiones hacia la población (Supo, J.,2014).

La muestra de la investigación es el Sector Río Seco del Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.

3.3.3 Muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia. Debido a que se conoce las probabilidades de integración en la muestra para todos los elementos seleccionados, es un muestreo por conveniencia debido a que se selecciona el sector que esta accesible o disponible para poder ser estudiado (James H. McMillan, Sally Shumacher, 2011).

3.3.4 Unidad de análisis: Sectores (Und).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas: Observación Directa

(Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2006) “Consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que se estudia, consiste en estar a la expectativa frente al fenómeno del cual se toma y se registra información para su posterior análisis”

Se utilizó en la investigación la recolección de datos mediante la técnica de observación directa.

3.4.2 Instrumentos: Ficha de recolección de datos

(Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2006) “La ficha es un instrumento de gran importancia en la investigación científica, consiste en registrar los datos que se van obteniendo en la revisión bibliográfica, en las diferentes etapas y procesos que se van desarrollando”

El instrumento a utilizar para la presente investigación será una ficha de recolección de datos, lo cual ayudo para recopilar datos para el modelamiento hidráulico del Río Caplina y el diseño de defensa ribereña en el Sector Río Seco.

3.4.3 Validez

Según (Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2006) “Representa la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir”

Tabla 8

Rangos de Validez

Rango	Interpretación
0,53 o menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,00	Validez perfecta

Nota. Adaptado de *Teoría y Práctica de la Investigación Científica*, por Oseda, D., Huaman, E., Shimbucat, F., Zevallos, K., & Barrera, M., 2015, Soluciones gráficas SAC.

El rango promedio de validez de la ficha de recolección de datos es de **0.82** como se muestra en la tabla 9 interpretándola como **Excelente Validez**.

Tabla 9

Validez de la Ficha de Recolección de Datos

Datos del Profesional				Validez	
Ítem	Grado Académico	Apellidos y Nombres	Registro CIP N°	Rango	Interpretación
01	Ingeniero Civil	Juárez Segovia, Winder Damián	34571	0,80	Excelente Validez
02	Ingeniero Civil	Simbaña Merino, Manuel Ernesto	27119	0,75	Excelente Validez
03	Ingeniero Civil	Berrios Manzur, Jorge Farah	61273	0,90	Excelente Validez
Promedio				0,82	Excelente Validez

3.5 Procedimientos:

El procedimiento de la investigación se desarrollará en el siguiente orden: **primero se realizará el estudio hidrológico**, para lo cual, delimitaremos la cuenca del Caplina, así determinar los parámetros generales, parámetros de forma, parámetros de relieve y las características del drenaje de la cuenca hidrográfica, con el uso de sistemas de información geográfica (SIG) usando el software ArcGIS obtendremos los caudales con respecto al tiempo, periodo de retorno y caudal de diseño. **Segundo se realizará el modelamiento hidráulico** del sector de río seco, para lo cual, se realizará un levantamiento topográfico usando RPAS (Remote Piloted Aircraft System) para obtener la orto foto que nos permitirá realizar el estudio hidráulico usando el software IBER, obteniendo el área inundable y el tirante de agua. **Tercero se realizará el diseño de defensas ribereñas**, con los datos obtenidos del modelamiento hidráulico para proponer el uso geo-sintéticos y geotextiles en la defensa ribereña del sector río seco de la cuenca del Caplina, para lo cual, se realizará el estudio de mecánica de suelos tomando muestras en 2 calicatas del sector de estudio y una memoria de cálculo.

Para la recolección de información, se realizarán fichas, como se muestra en el anexo 3, validados por profesionales, expertos en la línea de investigación.

3.5.1 Descripción de la zona de estudio

3.5.1.1 Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicada en las coordenadas geodésicas de latitud $18^{\circ}1'49.78''$ y longitud $70^{\circ}14'18.41''$ y se ubica en la cota promedio de 560 m.s.n.m. que pertenece políticamente a:

- Departamento: Tacna
- Provincia: Tacna
- Distrito: Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
- Lugar: Sector Río Seco

Figura 20

Ubicación de la zona de estudio Distrito Coronel Gregorio Albarracín



Nota: En el anexo 4 se muestra mapa de ubicación de la zona de estudio

3.5.1.2 Características de la zona de estudios

Característica de la cuenca

Es importante determinar las características físicas de la cuenca como son: el área, forma de la cuenca, sistemas de drenaje, características del relieve, suelos, etc. Estas características dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelos, la cobertura vegetal, la geología, las prácticas agrícolas, etc. (INGEMMET, 2009)

Geomorfología de la cuenca

La morfología de las cuencas del río Caplina está relacionado con distintas formaciones geológicas de la edad mesozoica a cenozoica que afloran en las cuencas y con la presencia de accidentes tectónicos regionales siempre activos (fallas y pliegues) que han modelado el relieve de la cuenca.

La estrecha relación existente entre la morfología y las aguas subterráneas, condicionada por la geología a la distribución de permeabilidades, la disposición de las áreas de recarga y descarga, así como las condiciones de almacenamiento de los acuíferos. Por otro lado, los aportes de precipitación y escorrentía superficial se encuentran condicionados a la pendiente del terreno y a los componentes hidrogeológicos de suelos y rocas. (INGEMMET, 2009)

3.5.2 Estudios previos

3.5.2.1 Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico con GPS Diferencial y RPAS para obtener las curvas de nivel a partir de una orto foto como se muestra en la figura 21 y 22.

Figura 21

GPS Diferencial en Sector Rio Seco



Nota: Se utiliza el GPS Diferencial para ubicar los puntos de control geodésicos.

Figura 22

Levantamiento topográfico con RPAS



Nota: Drone Dji – Phantom 4 RTK

3.5.2.2 Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos fue realizado en conjunto con el laboratorio Técnico Consultores del Sur S.C.R.L. TECOSUR.

3.6 Método de análisis de datos

De acuerdo con los objetivos propuestos se realizan los análisis de los procesos en secuencia. Donde se busca desarrollar los objetivos específicos para llegar al objetivo general.

3.6.1 Estudio hidrológico

Para lograr el primer objetivo de realiza el estudio hidrológico para la caracterización de la cuenca de la zona de influencia en el departamento de Tacna.

para llevar a cabo este proceso se utilizó información geográfica espacial obtenidas de cartas nacionales e información geoespacial fundamental, para obtener los shapfiles de curvas de nivel, ríos, etc. Para obtener el modelo digital de elevaciones (DEM) a través del software ArcGIS y su extensión ArcMap, con esta herramienta SIG, se determinan los parámetros generales, factores de forma factores de relieve, características de drenaje entre otros.

3.6.2 Precipitaciones y parámetros estadísticos

Las precipitaciones se obtuvieron a través de datos hidrometeorológicos del SENAMHI, se extrajeron una data historia de 25 años de antigüedad según lo recomendado por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC. Las estaciones pluviométricas fueron 4 de acuerdo a la zona de estudio, Estación Jorge Basadre, Estación Calana, Estación Calientes y la Estación Palca, con las precipitaciones máximas se aplica las leyes de distribución estadística para cada estación con el software HIDROESTA 2. Para que después se realice la prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolmogorov, que está en función del delta teórico.

3.6.3 Modelamiento hidrológico

Para el modelamiento hidrológico se necesitan los

- Shape de la cuenca de estudio
- Shape de Ríos
- Shape de cobertura vegetal
- Área de la cuenca en Km²
- Numero de Curva con el manual de ANA, SNIRH
- Tiempo de concentración.

3.6.4 Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico se inicia realizando una inspección visual de todo el terreno a intervenir, la ubicación de puntos de control, el uso de GPS diferencial y un Dron, en la tabla 10 se muestra la ubicación de los puntos geodésicos de la zona.

Tabla 10

Punto Geodésico WGS-84

PUNTOS GEODESICO WGS - 84 ORDEN "C"					
PUNTO	CODIGO	NORTE	ESTE	ELEVACION (EGM-08)	ELEVACION ELIPSOIDAL
1	TAC01110	8004951.737	368548.290	3440.2000	569.471
2	BM-01	8004815.023	368893.289	513.845	547.503

Luego se procesa la información en gabinete para la obtención de las curvas de nivel del área de interés, elaboración de planos topográficos (sección transversal, Perfil longitudinal) y la orto foto.

3.6.5 Modelamiento hidráulico

Para el modelamiento hidráulico se utilizan 2 herramientas indispensables como el software IBER y HEC RAS, para lo cual se necesita un shape de rugosidades

previamente procesada en ArcGIS, así como, las características geométricas de las secciones transversales, el coeficiente de Manning y los caudales obtenidos con el software.

Estos softwares de modelamiento, realizan el cálculo hidráulico simulando caudales para diferentes periodos de retorno, obteniendo los resultados necesarios para dar una propuesta de defensa ribereña en el sector de Río Seco

3.6.6 Estudio de mecánica de suelos

Para cumplir con el objetivo general de la siguiente tesis, se realiza un estudio de mecánica de suelos, para lo cual se hacen 2 calicatas para mayor caracterización de los suelos, velocidad, socavación, tirante, etc. Necesarios para el diseño de defensas ribereñas usando geo-sintéticos.

3.6.7 Diseño de geo-celdas como propuesta de defensa ribereña

El diseño de la defensa ribereña se realizará siguiendo las recomendaciones del manual de “Hidrología, Hidráulica y Drenaje” del MTC, así como fichas técnicas y valores recomendados por los fabricantes, en este caso GEOSYSTEMS.

3.7 Aspectos éticos

El trabajo de investigación denominado “Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021” se elaborará de acuerdo a los alineamientos éticos y legales establecidos por la Universidad Cesar vallejo. Los autores de este documento de investigación están comprometidos a salvaguardar la propiedad intelectual citando adecuadamente, así como, la elaboración de una genuina investigación para garantizar resultados reales.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados, primer objetivo específico

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos **la primera hipótesis específica**, donde los caudales máximos son calculados para un periodo de retorno determinado mediante un estudio hidrológico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco del Distrito CGAL – Tacna 2021. Para lo cual se realizó el estudio hidrológico de la cuenca del Caplina siguiendo la metodología SIG. Con la aplicación de diferentes softwares que permiten la caracterización de la cuenca, así como los cálculos hidrológicos, que nos permiten dar cumplimiento a nuestro primer objetivo específico.

4.1.1 Estudio hidrológico

4.1.1.1 Cuenca Hidrográfica con el software ArcGIS

Se utilizó el software ArcGIS para delimitar el área de influencia hidrológica (cuenca) y luego del modelamiento con el programa obtenemos un Modelo digital de elevación como se muestra en la figura 23 que luego de un proceso nos da como resultado los parámetros generales, parámetros de forma, parámetros de relieve y características de drenaje.

Figura 23

Modelo digital de elevaciones (DEM)



4.1.1.2 Parámetros Generales

Se muestran en la tabla 11 los parámetros generales de la cuenca.

Tabla 11

Parámetros Generales

Descripción	Valor	Unidad
Longitud de la cuenca	45,25	Km
Área de la Cuenca	799,76	Km
Perímetro de la cuenca	175,00	Km
Ancho de la Cuenca	17,67	km
Desnivel altitudinal	5050,00	m

4.1.1.3 Parámetros de Forma

Se muestran en la tabla 12 los parámetros de forma de la cuenca.

Tabla 12*Parámetros de Forma*

Descripción	Valor	Cuenca
Factor de Forma	0,39	Alargada
Factor de compacidad	1,75	De Oval Oblonga a Rectangular Oblonga
Relación de elongación	0,70	Plana con proporciones accidentales

4.1.1.4 Parámetros de Relieve

Se muestran en la tabla 13 los parámetros de relieve de la cuenca.

Tabla 13*Parámetros de Relieve*

Descripción	Valor	Unidad
Altura máxima	5650,00	m.s.n.m.
Altura mínima	600,00	m.s.n.m.
Desnivel total de la cuenca	0,42	m.s.n.m.
Pendiente media	36,20	%
Altitud media de la cuenca	3228,14	m.s.n.m.

Se muestra en la tabla 14 los datos obtenidos de las alturas y áreas de la cuenca, con esta información se obtiene la curva hipsométrica y el Histograma de frecuencias como se muestra en la figura 24.

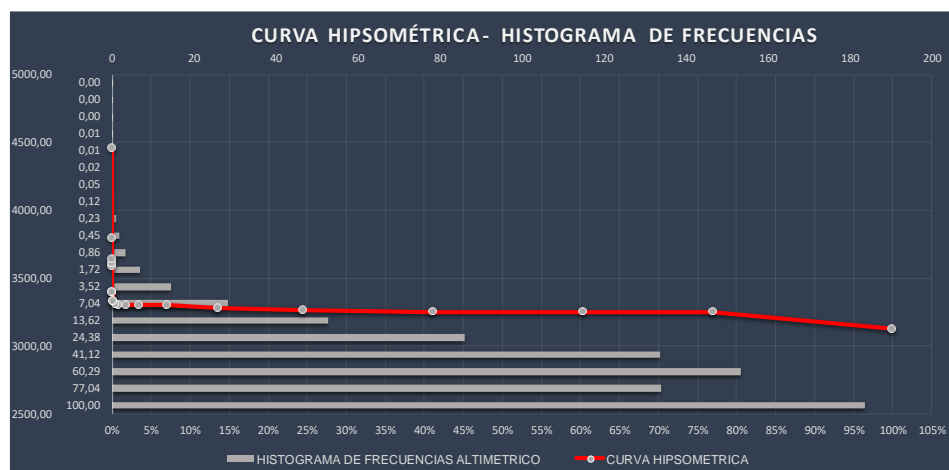
Tabla 14

Alturas y Áreas de la cuenca

N°	ALTURAS			ÁREA ENTRE CURVAS	ÁREA		ÁREA ENTRE CURVAS (%)
	MIN	MAX	PROM		ACUMULADO	ACUM. PORCENTAJE	
1	600,00	5650,00	3125,00	183,64	799,76	100,00	22,96
2	849,41	5650,00	3249,71	133,98	616,12	77,04	16,75
3	850,49	5650,00	3250,24	153,31	482,14	60,29	19,17
4	853,67	5646,72	3250,20	133,84	328,82	41,12	16,74
5	878,11	5647,44	3262,78	86,06	194,98	24,38	10,76
6	907,21	5644,35	3275,78	52,63	108,92	13,62	6,58
7	962,37	5640,81	3301,59	28,15	56,29	7,04	3,52
8	1008,19	5593,77	3300,98	14,37	28,14	3,52	1,80
9	1011,36	5586,41	3298,89	6,87	13,77	1,72	0,86
10	1110,54	5494,08	3302,31	3,34	6,91	0,86	0,42
11	1119,39	5490,78	3305,08	1,77	3,57	0,45	0,22
12	1163,23	5491,70	3327,47	0,86	1,80	0,23	0,11
13	1173,72	5486,48	3330,10	0,51	0,95	0,12	0,06
14	1312,53	5480,70	3396,61	0,24	0,44	0,05	0,03
15	1324,91	5473,60	3399,26	0,11	0,20	0,02	0,01
16	1927,05	5251,23	3589,14	0,05	0,09	0,01	0,01
17	1976,94	5249,52	3613,23	0,03	0,04	0,01	0,00
18	2014,80	5266,61	3640,70	0,01	0,02	0,00	0,00
19	3623,17	3960,50	3791,83	0,00	0,01	0,00	0,00
20	3636,71	5272,46	4454,58	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 24

Curva Hipsométrica – Histograma de Frecuencias



4.1.1.5 Características de Drenaje

Según el Método de Strahler la cuenca tiene orden 6 se puede ver en la figura 25 el río principal y en la tabla 15 las características de la red de drenaje.

Figura 25

Orden de Corriente-Método de Strahler

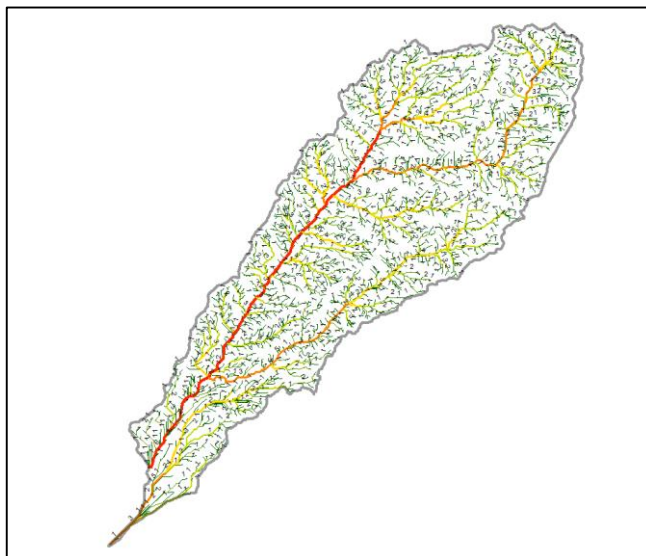


Tabla 15

Características de Drenaje

Descripción	Valor	Unidad
Orden de río	6	<u>und</u>
Longitud total del escurrimiento	1787,07	km
Densidad de drenaje	2,23	Km/km2
Tiempo de concentración	112,29	Min.

4.1.2 Cálculos hidrológicos con el software Hidroesta 2

4.1.2.1 Precipitaciones máximas 24 horas

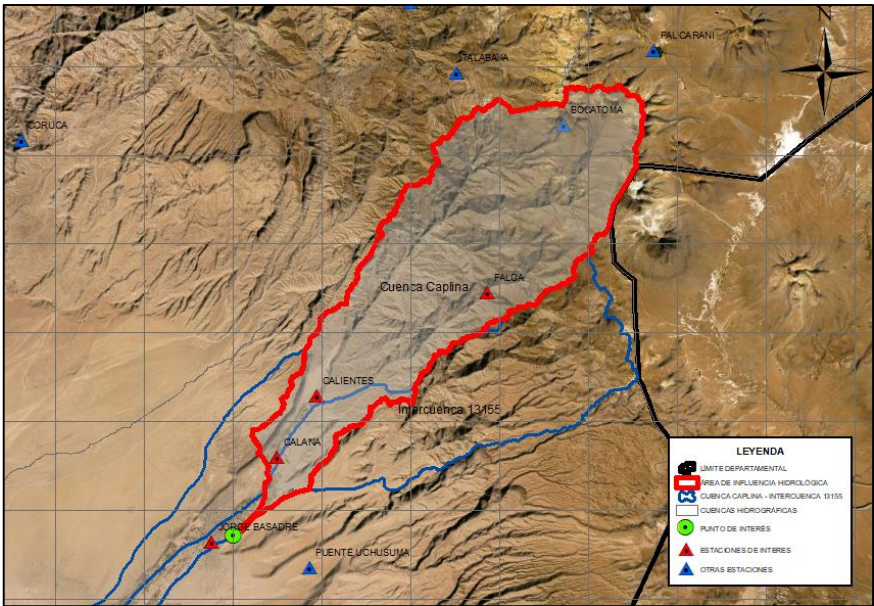
Para el cálculo hidrológico se seleccionaron 4 estaciones meteorológicas que se encuentra dentro del área de la influencia hidrológica como se muestra en la figura 26, analizando las precipitaciones máximas de 24 horas de un registro de 25 años según lo recomendado por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se muestra un resumen de las precipitaciones máximas por cada estación meteorológica en la Tabla 16 y el

registro total de 25 años en el Anexo 6, en la figura 27 se muestra un gráfico de dispersión con información de las 4 estaciones meteorológicas.

La información fue extraída del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, y el servidor SNIRH (Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos) de la Autoridad Nacional del Agua.

Figura 26

Estaciones Meteorológicas en el área de influencia hidrológica

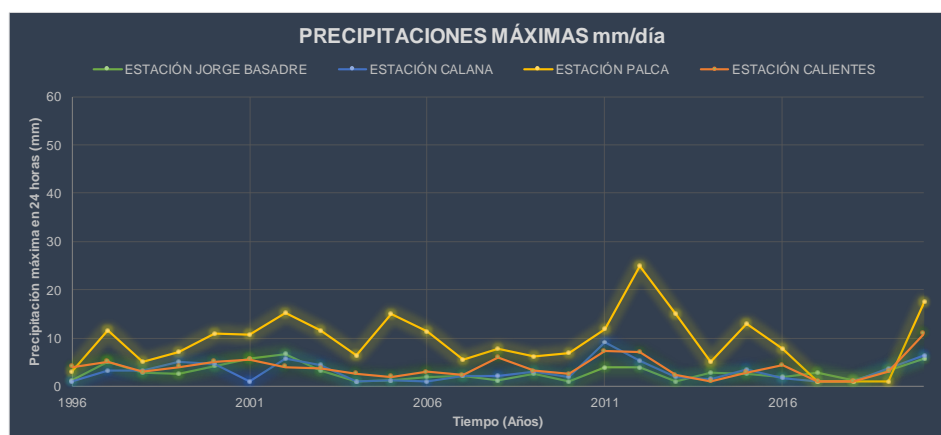


Nota: Tomado de *Mapa de Estaciones Meteorológicas*, Anexo 4 M-03.

Tabla 16

Resumen de Precipitaciones máximas

N°	Estación	Periodo de Registro	Número de años de Registro	Precipitación Máxima (mm)
1	Jorge Basadre	1996-2020	25	6,70
2	<u>Calana</u>	1996-2020	25	9,00
3	Calientes	1996-2020	25	24,80
4	Palca	1996-2020	25	10,99

Figura 27**Precipitaciones Máximas 24 Horas****4.1.2.2 Leyes de distribución de procesos Hidrológicos**

Se ingresó los datos de precipitaciones máximas y se procesó en el software Hydroesta 2, analizando los valores para diferentes leyes de distribución de las 4 estaciones meteorológicas como se muestra en el Anexo 6.

Luego de haber obtenido los resultados para diferentes distribuciones de cada estación se realizó una prueba de bondad de ajuste Smirnov-Kolgomorov como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17**Resumen de cálculos hidrológicos**

Estaciones	Delta Teórico	Delta Tabular	Modelos de Distribución	Resultado
Jorge Basadre	0.17319	0.272	Gamma 3 Parámetros	Como el delta teórico 0.17319, es menor que el delta tabular 0.272. Los datos ajustan a la distribución , con un nivel de significación del 5%
Calana	0.1596	0.272	Normal	Como el delta teórico 0.1596, es menor que el delta tabular 0.272. Los datos ajustan a la distribución , con un nivel de significación del 5%
Calientes	0.1026	0.272	LogNormal 2 Parámetros	Como el delta teórico 0.1026, es menor que el delta tabular 0.272. Los datos ajustan a la distribución , con un nivel de significación del 5%
Palca	0.0933	0.272	Gamma 3 Parámetros	Como el delta teórico 0.0933, es menor que el delta tabular 0.272. Los datos ajustan a la distribución , con un nivel de significación del 5%

Luego se obtiene las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno como se muestra en el anexo 6, y se realiza una corrección según la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Se observa en la tabla 18 el resumen de las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno según cada estación meteorológica.

Tabla 18

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Estación		Jorge Basadre	Calana	Calientes	Palca
	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución Gamma 3 Parámetros X^t	Distribución Normal X^t	Distribución LogNormal 2 Parámetros X^t	Distribución Gamma 3 Parámetros X^t
2	0.500	0.500	2.50	3.16	3.47	9.32
5	0.200	0.800	4.10	5.09	5.81	15.04
10	0.100	0.900	5.11	6.09	7.62	18.48
25	0.040	0.960	6.32	7.16	10.17	22.50
50	0.020	0.980	7.16	7.85	12.25	25.30
100	0.010	0.990	7.97	8.48	14.49	27.94
200	0.005	0.995	8.75	9.05	16.89	30.48
500	0.002	0.998	9.74	9.74	20.34	33.66
1000	0.001	0.999	10.46	10.23	23.18	35.96

Con las precipitaciones máximas obtenidas para diferentes periodos de retorno según el modelo Dick y Peshke se obtiene la curva Identidad-Duración-Frecuencia (IDF) como se muestra en el anexo 6, se realiza el análisis de regresión múltiple y obtenemos el Hietograma de precipitación de Diseño para un periodo de retorno de 40 años para defensas ribereñas como se muestra en las tablas 19,20, 21 y 22 para las estaciones Jorge Basadre, Calana, Calientes y Palca respectivamente.

Tabla 19

Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Jorge Basadre

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO					
$K = 300,306$ $T = 140$ $m = 0,2180$ $n = 0,751$ $= \frac{300.306^{0.2}}{0.751}$					
METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	40,735	40,735	40,735	0-60	0,947
120	24,204	48,409	7,674	60-120	1,013
180	17,850	53,551	5,143	120-180	1,090
240	14,382	57,528	3,977	180-240	1,182
300	12,163	60,815	3,287	240-300	1,295
360	10,607	63,640	2,825	300-360	1,437
420	9,447	66,130	2,490	360-420	1,621
480	8,546	68,366	2,236	420-480	1,871
540	7,822	70,401	2,035	480-540	2,236
600	7,227	72,272	1,871	540-600	2,825
660	6,728	74,008	1,736	600-660	3,977
720	6,302	75,629	1,621	660-720	7,674
780	5,935	77,151	1,523	720-780	40,735
840	5,613	78,588	1,437	780-840	5,143
900	5,330	79,950	1,362	840-900	3,287
960	5,078	81,245	1,295	900-960	2,490
1020	4,852	82,481	1,236	960-1020	2,035
1080	4,648	83,663	1,182	1020-1080	1,736
1140	4,463	84,797	1,134	1080-1140	1,523
1200	4,294	85,887	1,090	1140-1200	1,362
1260	4,140	86,937	1,050	1200-1260	1,236
1320	3,998	87,950	1,013	1260-1320	1,134
1380	3,866	88,929	0,979	1320-1380	1,050
1440	3,745	89,877	0,947	1380-1440	0,979

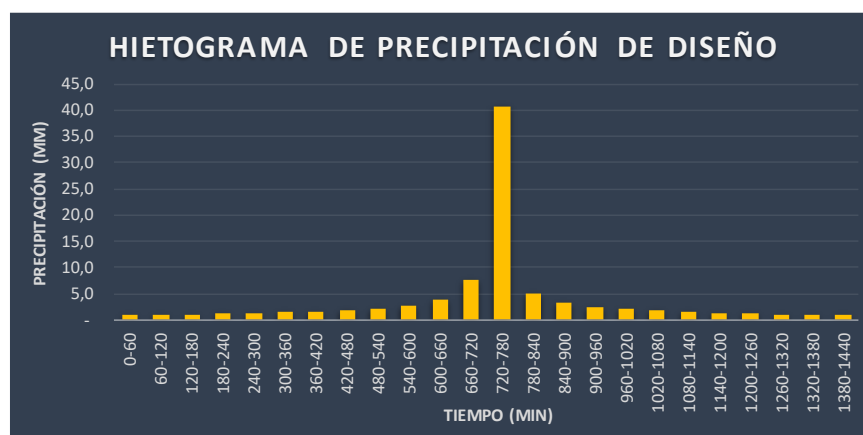


Tabla 20

Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Calana

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO					
$K = 300,306$ $T = 140$ $m = 0,2180$ $n = 0,751$ $= \frac{300.306^{0.2}}{0.751}$					
METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	40,735	40,735	40,735	0-60	0,947
120	24,204	48,409	7,674	60-120	1,013
180	17,850	53,551	5,143	120-180	1,090
240	14,382	57,528	3,977	180-240	1,182
300	12,163	60,815	3,287	240-300	1,295
360	10,607	63,640	2,825	300-360	1,437
420	9,447	66,130	2,490	360-420	1,621
480	8,546	68,366	2,236	420-480	1,871
540	7,822	70,401	2,035	480-540	2,236
600	7,227	72,272	1,871	540-600	2,825
660	6,728	74,008	1,736	600-660	3,977
720	6,302	75,629	1,621	660-720	7,674
780	5,935	77,151	1,523	720-780	40,735
840	5,613	78,588	1,437	780-840	5,143
900	5,330	79,950	1,362	840-900	3,287
960	5,078	81,245	1,295	900-960	2,490
1020	4,852	82,481	1,236	960-1020	2,035
1080	4,648	83,663	1,182	1020-1080	1,736
1140	4,463	84,797	1,134	1080-1140	1,523
1200	4,294	85,887	1,090	1140-1200	1,362
1260	4,140	86,937	1,050	1200-1260	1,236
1320	3,998	87,950	1,013	1260-1320	1,134
1380	3,866	88,929	0,979	1320-1380	1,050
1440	3,745	89,877	0,947	1380-1440	0,979

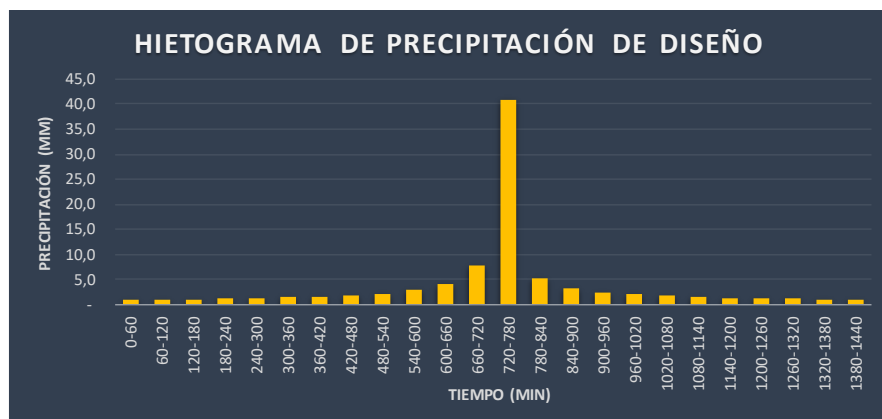


Tabla 21

Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Calientes

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO					
$K = 300,306$ $T = 140$ $m = 0,2180$ $n = 0,751$ $= \frac{300,306^{0.2}}{0.751}$					
METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	40,735	40,735	40,735	0-60	0,947
120	24,204	48,409	7,674	60-120	1,013
180	17,850	53,551	5,143	120-180	1,090
240	14,382	57,528	3,977	180-240	1,182
300	12,163	60,815	3,287	240-300	1,295
360	10,607	63,640	2,825	300-360	1,437
420	9,447	66,130	2,490	360-420	1,621
480	8,546	68,366	2,236	420-480	1,871
540	7,822	70,401	2,035	480-540	2,236
600	7,227	72,272	1,871	540-600	2,825
660	6,728	74,008	1,736	600-660	3,977
720	6,302	75,629	1,621	660-720	7,674
780	5,935	77,151	1,523	720-780	40,735
840	5,613	78,588	1,437	780-840	5,143
900	5,330	79,950	1,362	840-900	3,287
960	5,078	81,245	1,295	900-960	2,490
1020	4,852	82,481	1,236	960-1020	2,035
1080	4,648	83,663	1,182	1020-1080	1,736
1140	4,463	84,797	1,134	1080-1140	1,523
1200	4,294	85,887	1,090	1140-1200	1,362
1260	4,140	86,937	1,050	1200-1260	1,236
1320	3,998	87,950	1,013	1260-1320	1,134
1380	3,866	88,929	0,979	1320-1380	1,050
1440	3,745	89,877	0,947	1380-1440	0,979

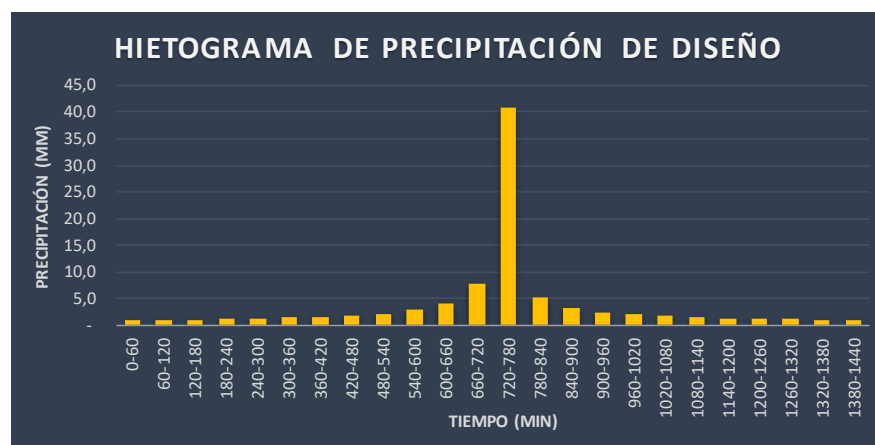
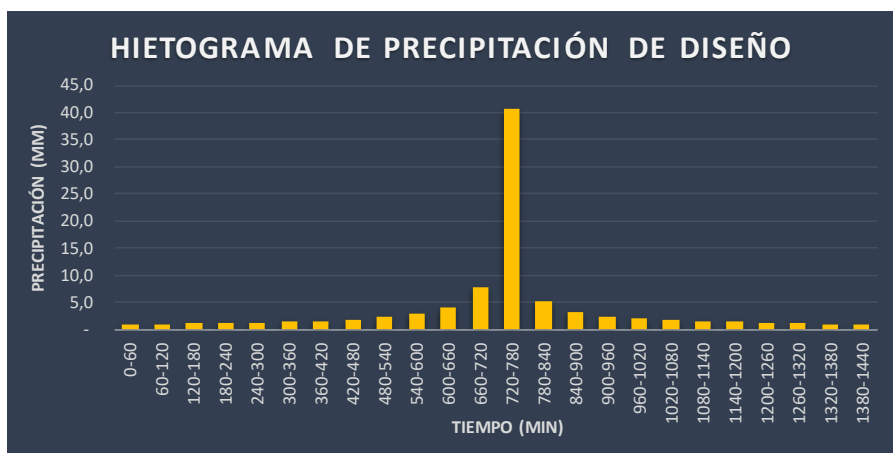


Tabla 22

Hietograma de precipitación de Diseño – Estación Palca

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO					
<div> <div> <div>K = 300,306</div> <div>T = 140</div> <div>m = 0,2180</div> <div>n = 0,751</div> </div> <div> $I = \frac{300.306 \times T^{0.2180}}{D^{0.751}}$ </div> </div>					
METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	40,735	40,735	40,735	0-60	0,947
120	24,204	48,409	7,674	60-120	1,013
180	17,850	53,551	5,143	120-180	1,090
240	14,382	57,528	3,977	180-240	1,182
300	12,163	60,815	3,287	240-300	1,295
360	10,607	63,640	2,825	300-360	1,437
420	9,447	66,130	2,490	360-420	1,621
480	8,546	68,366	2,236	420-480	1,871
540	7,822	70,401	2,035	480-540	2,236
600	7,227	72,272	1,871	540-600	2,825
660	6,728	74,008	1,736	600-660	3,977
720	6,302	75,629	1,621	660-720	7,674
780	5,935	77,151	1,523	720-780	40,735
840	5,613	78,588	1,437	780-840	5,143
900	5,330	79,950	1,362	840-900	3,287
960	5,078	81,245	1,295	900-960	2,490
1020	4,852	82,481	1,236	960-1020	2,035
1080	4,648	83,663	1,182	1020-1080	1,736
1140	4,463	84,797	1,134	1080-1140	1,523
1200	4,294	85,887	1,090	1140-1200	1,362
1260	4,140	86,937	1,050	1200-1260	1,236
1320	3,998	87,950	1,013	1260-1320	1,134
1380	3,866	88,929	0,979	1320-1380	1,050
1440	3,745	89,877	0,947	1380-1440	0,979



4.1.3 Modelamiento hidrológico con el software HEC HMS

Con el programa se realizó la simulación para un periodo de retorno de 140 años obteniendo como caudal máximo de 85,3 m³/s como se muestra en la figura 28 y un Histograma de la Cuenca Caplina como se muestra en la figura 29.

Figura 28

Resultado simulación hidrológica Tr=140 años

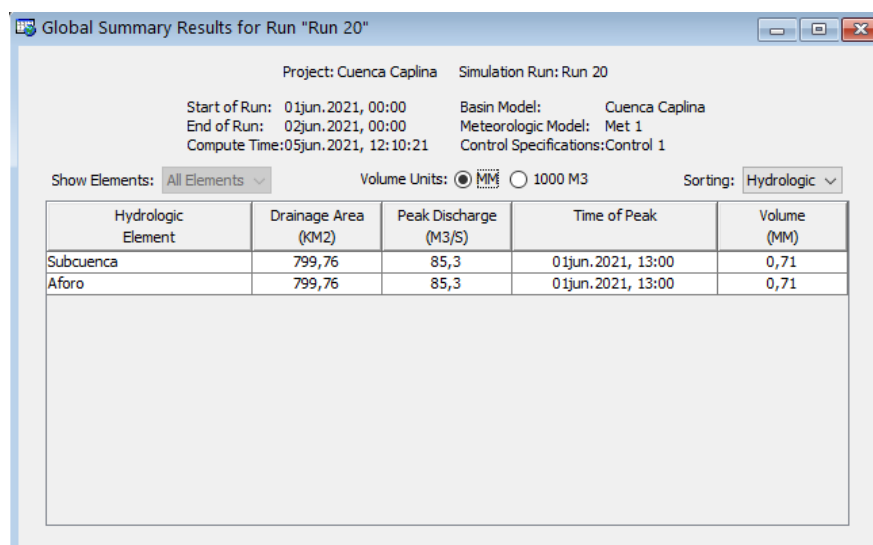
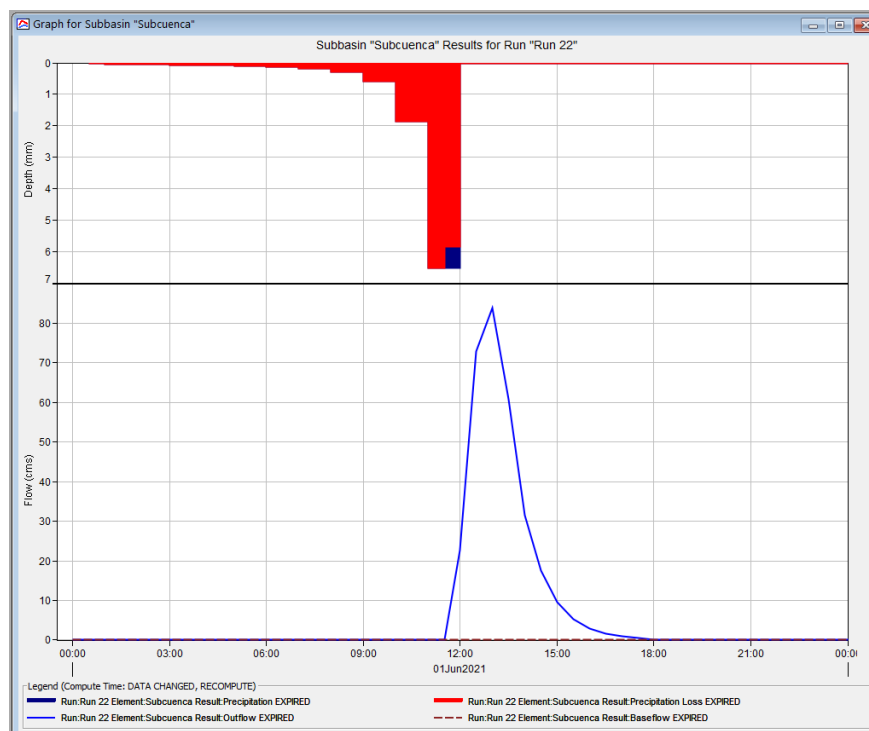


Figura 29

Histograma de la cuenca Caplina Tr= 140 años



4.2 Resultados, segundo objetivo específico

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la **segunda hipótesis específica**, El modelado hidráulico se realizará mediante el software IBER empleando información topográfica y datos hidrológicos de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021.

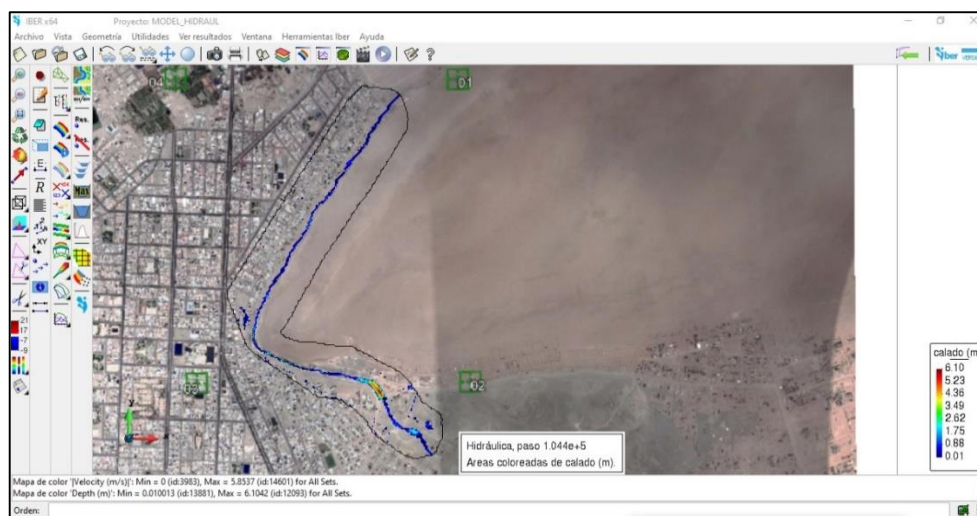
4.2.1 Modelamiento hidráulico con el software IBER

El modelamiento hidráulico que realiza IBER, genera mapa de calado (tirante hidráulico), caudal específico, velocidad en el segundo 46800 que sería el pico máximo.

Se obtuvo un tirante hidráulico máximo de 6.10 m como se muestra en la figura 30.

Figura 30

Tirante hidráulico (calado) m



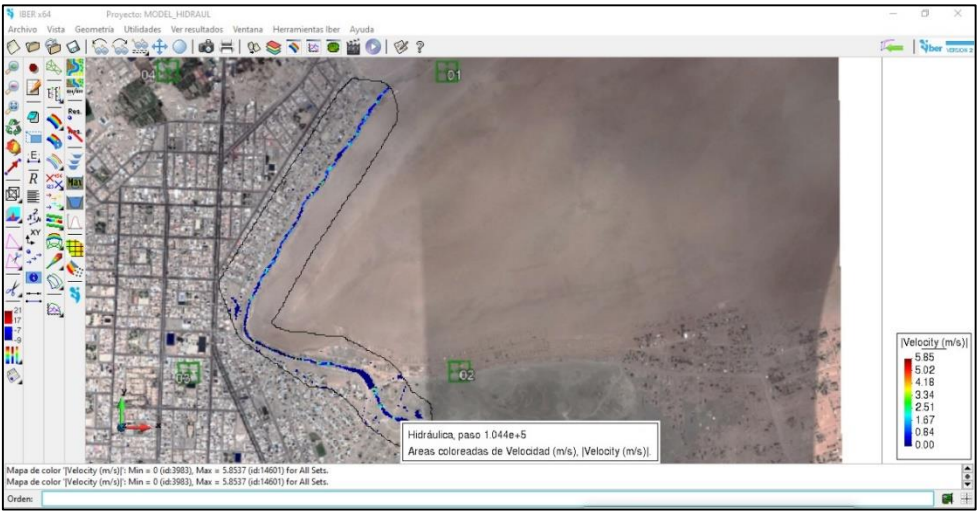
Se obtuvo un caudal específico de 84.62 m²/s como se muestra en la figura 31.

Figura 31
Caudal específico m2/s



Se obtuvo una velocidad máxima de 5.85 m/s como se muestra en la figura 32.

Figura 32
Velocidad m/s



Se muestra una tabla 23 resultados del modelamiento hidráulico con el software Iber, teniendo como pico el segundo 46800.

Tabla 23*Resultados del Modelamiento Hidráulico con el software Iber*

RIO	Tiempo (s)	Q total (m3/s)	Velocidad m/s	Froude	Tirante (m)
Río Seco	41400	0.10	2.82	0.48	1.85
Río Seco	43200	22.70	3.07	0.59	2.66
Río Seco	45000	73.00	4.35	0.6	4.12
Río Seco	46800	83.90	5.85	0.64	6.10
Río Seco	48600	60.90	5.24	0.96	5.40
Río Seco	50400	31.40	3.18	0.67	4.09
Río Seco	52200	17.60	2.43	0.65	4.22
Río Seco	54000	9.60	2.12	0.59	3.72
Río Seco	55800	5.30	1.99	0.64	3.48
Río Seco	57600	2.90	2.44	0.52	3.62
Río Seco	59400	1.60	2.57	0.86	2.72
Río Seco	61200	0.90	2.70	0.87	2.14
Río Seco	63000	0.50	2.84	0.93	2.01
Río Seco	64800	0.20	3.00	0.83	1.97

4.3 Resultados, tercer objetivo específico

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la **tercera hipótesis específica**, El uso de geo-sintéticos y geotextiles son adecuados, como propuesta de defensa ribereña en el Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021.

4.3.1 Diseño de Geo-celdas

Debido a que los criterios para diseñar defensas ribereñas con geo-celdas, son muy diversas, no existe una guía estricta, elegir geo-celdas como estructura de encausamiento para solucionar problemas comunes, como, por ejemplo, lluvias y escorrentías, filtración de agua superficial, recubrimiento de taludes con alta pendiente.

Para determinar el material para relleno en las geo-celdas dependerá de las condiciones a las que estará expuesto, en el caso del sector de Río Seco el material

de relleno será concreto con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, esta selección del material de relleno se basa en experiencia y recomendación de la tecnología geo-web fue basada en los criterio de velocidades de flujo máximas, fuerza de arrastre actuantes máximas, tiempo de exposición a las condiciones máximas, inclinación del talud y Angulo de fricción interna del material, factibilidad económica del uso del material.

Para el dimensionamiento de las geo-celdas, una vez seleccionado el material de relleno adecuado a nuestras condiciones, la dimensión de las celdas debe ser determinada considerando la variación de las propiedades del sistema. Estas condiciones son:

- Inclinación del talud y ángulo de fricción interna de material
- Las características hidrodinámicas del flujo
- El uso de los elementos de resistencia de las cargas de gravedad y de arrastre

Los anclajes deben ser evaluados para las condiciones más desfavorables que afronta el sistema de geo-celdas, estos sistemas de protección de taludes pueden fijarse con una serie de anclajes de superficie o un sistema de anclaje de coronación.

Conforme a los planos topográficos y estudios de mecánica de suelos previamente desarrollados en conjunto con 2 empresas particulares expertas en el tema, se consideran los siguientes datos como se muestra en la tabla 24 y 25.

Tabla 24

Características del talud

CARACTERÍSTICAS DEL TALUD	
Altura promedio del talud	12.5m.
Inclinación máxima	1V:2H

Tabla 25*Características Geotécnicas para el diseño*

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	
Material de fundación	
Tipo de suelo (SUCS)	GP
Peso específico del suelo	2,656 gr.cc
Angulo de fricción	28,2°
Cohesión	0
Material de relleno	
Concreto	F'c 210 Kg/m2

Para el análisis de estabilidad del revestimiento de talud

La resistencia de la fricción en la superficie de contacto del sistema con el suelo de sub-rasante se opone a la tendencia natural de la capa protectora de revestimiento a deslizarse hacia abajo.

Para la selección del tamaño de la celda, los factores más importantes son, la intensidad de la escorrentía superficial, y el Angulo de reposo mínimo previsto para que el material de relleno. En este caso usaremos la geo-celda de celdas GW40V.

4.3.1.1 Para la selección del tamaño de la celda

Los factores más importantes en la selección del tamaño de celda son la pendiente del talud, la intensidad de la escorrentía superficial, y el ángulo de reposo mínimo previsto para el material de relleno. Normalmente conviene utilizar geo-celda de celdas GW40V para los rellenos con concreto cuando la pendiente del talud menor 60° y se espera escorrentías de intensidad moderada, como es el caso estudio presentado.

La profundidad normal de celda para la protección de la vegetación es de 75 mm (3 pulg), siempre que el subsuelo permita el desarrollo de raíces y que la pendiente del talud sea menor de 60° como es el caso de estudio (Presto, 2000).

La acción hidráulica que se produzca antes de que la vegetación esté completamente desarrollada dentro de las celdas puede ocasionar pérdida,

asentamiento o cambio de forma de los suelos de relleno. La relación entre las variables geométricas puede expresarse como:

$$\phi = \beta - \arctan\left(\frac{d - d_e}{L}\right)$$

ó

$$d = L \tan(\beta - \phi) + d_e$$

Donde:

ϕ : Ángulo mínimo de reposo del material de relleno

β : Ángulo de la pendiente

d : Profundidad de la celda (mm)

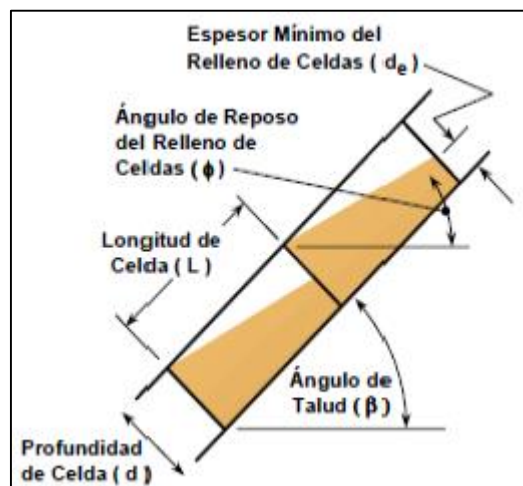
L : Longitud de la celda (mm)

d_e : Espesor mínimo aceptable (mm) del material

El espesor mínimo recomendado es de $\frac{1}{2} d$.

Figura 33

Profundidad mínima de celda



Nota: Adaptado de *GEOWEB Sistema de estabilización de suelos* por Presto GeoSystems, 2000.

Se seleccionará la geo-celda GW40V como se muestra en la tabla 26 y se considera algunos datos para el diseño en tabla 27.

Tabla 26*Tipo de geo-celda seleccionada.*

Tipo de geo-celda	Long (m)	Ancho (m)
GW40V	0.475	0.508

Tabla 27*Datos considerados para el diseño*

Tipo de Geo-web	GW40V
Numero de Cintillo por Celda	2
Área por Celda	0.241m ²
Cintillo/M ²	8.29m
Atra Key	0.97

4.4 Resultados objetivo general

A partir de los resultados encontrados, aceptamos la **hipótesis general** puesto que el modelamiento hidráulico determina los parámetros necesarios para el diseño la defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021.

A partir de la velocidad obtenida mediante el modelamiento hidráulico se define que el relleno de las geo-celdas será de concreto simple con un $f'c=210$ kg/cm² y el tipo de celda seleccionada según recomendaciones del fabricante será de GW40V con una altura de celda de y con un área de celda de y el procedimiento constructivo que será mediante indicaciones de fabricante.

V. DISCUSIÓN

Nuestra investigación guarda relación con lo que sostienen diferentes investigadores que fueron punto de partida para el desarrollo de esta investigación como lo mencionado por:

Tineo (2019) en su tesis de investigación *“Modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en el río Rímac, sector Batasol, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima”* ya que la su objetivo principal fue obtener el modelamiento hidráulico del Río Rímac para cumplir con la finalidad de proponer un diseño de defensa ribereña y encauzamiento del río, obteniendo sus caudales máximos para diferentes periodos de retorno, proponiendo el muro de retención y enrocado, como solución.

Al igual que QUISPE (2017) en su investigación denominada *“Modelamiento Hidráulico del río Cañete sector puente Socsi - altura puente colgante (9 km), con fines de diseño de defensas ribereñas”*, para lo cual analiza el caudal máximo para un $Tr=50$ años, con el uso del software HEC-RAS, y su enfoque fue la protección del río con un enrocado de 6m. de altura, el cuerpo del dique de 4m.

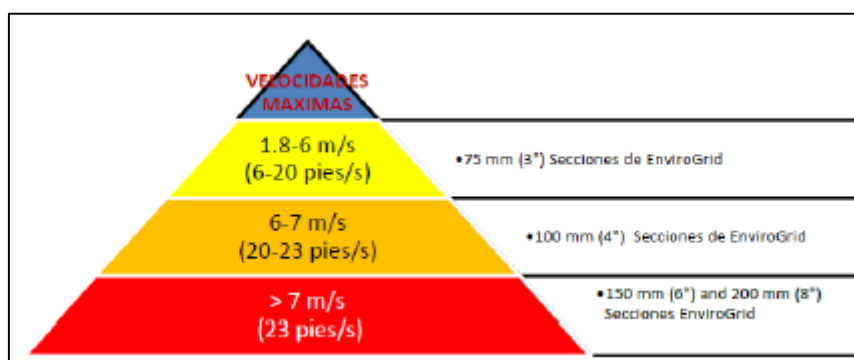
TORYILA (2016) realiza un estudio de investigación denominada *“Control de Inundaciones con obras hidráulicas en las orillas de los ríos. Estudio de caso del río Benue, limítrofe con la Universidad de Agricultura Makurdi”* deduciendo que para evitar el efecto de erosiones y desbordamientos el diseño de un muro de contención armado, podrá encausar adecuadamente el río y controlar la erosión.

Según las tablas del “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje” del MTC. Seleccionamos un periodo de retorno de 140 años, considerando la vida útil para defensas ribereñas y porcentaje de riesgo admisible. Según las investigaciones nacionales antes nombradas seleccionan periodos de retorno de 50 años lo que según el MTC. También es validos dependiendo siempre de los criterios de riesgo admisible y vida útil de obras de defensa ribereña. A sí mismo, en nuestra investigación a diferencia de los investigadores antes mencionados usamos tecnología Geo-web para solución de protección del cauce del río seco.

De acuerdo a lo recomendado por Geo Productos se recomienda el uso de geoceldas con relleno de concreto para velocidades de flujo entre 1.8 – 6 m/s este sistema es poco convencional en el uso de defensas ribereñas a nivel nacional. (Ver figura 34).

Figura 34

Altura de Geo-celda rellena de concreto según velocidades de flujo de agua



Nota: Adaptado de *Geo Productos (2011) Concrete infill Peak Flow Velocities and recommended EnviroGrid Section depths.*

Buitrago (2017) en su estudio denominado “Análisis hidrológico de la cuenca del río Calandaima y Modelamiento hidráulico para el suministro de agua para la vereda san Antonio en Apulo Cundinamarca” utiliza el software Pipe Flow Expert para el modelamiento hidráulico de su estudio, para ello considero los caudales y datos históricos de las estaciones meteorológicas, para determinar si existe la cantidad de agua necesaria para incrementar la captación.

Dentro de nuestra investigación se recolecto información histórica de estaciones meteorológicas dentro de nuestra de la cuenca Caplina, con una data de 25 años según recomendado por el “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje” del MTC, esta información fue extraída de 4 estaciones meteorológicas influyen en nuestra zona de estudio, por lo que, mediante los antecedentes que se estudiaron para la elaboración de este proyecto de investigación los estudios hidrológicos son de mucha utilidad para los distintos propósitos dentro de las ingenierías.

Ahmed Ezzine (2020) centro de su investigación *“Mapeo de Inundaciones usando Modelado Hidráulico e imagen sentinel-1: Estudio de caso de la cuenca Medjerda, norte de Túnez”* determina el alcance del riesgo hídrico a través del mapeo de inundaciones para lo cual analiza los resultados obtenidos por imágenes Sentinel-1 y el software HEC-RAS 5.0 concluyendo que este último proporciona información útil como altura de tirante, velocidad y tiempo de flujo, lo que es necesario para tomar decisiones ante problemas hídricos.

Cabe mencionar la importancia de comparar resultados obtenidos con distintos softwares ayuda a otros investigadores a usar la herramienta que mejor se acomode al proyecto que se desea investigar.

Oyegbile & Oyegbile (2017) en su investigación *“Aplicaciones de membranas geo-sintéticas en estabilización de suelos y estructuras de defensa costera”* usa los geo-sintéticos con finalidad de aumentar las propiedades de los suelos y su estabilización.

K. Pokharel, Han, Leshchinsky, & L. Parsons (2018) en su investigación *“Evaluación experimental de bases reforzadas con geo-celdas bajo carga repetida”* utiliza geo-celdas como base reforzada.

Ibañez Valencia & Macalupu Arevalo (2015) en el estudio de la tesis *“Recuperación de transitabilidad vial utilizando tecnología de geo-bolsas en caso de inundaciones”* utiliza geo-textiles en este caso geo-bolsas para la recuperación costera en la laguna la niña.

Observamos que tanto nacional como internacional mente existen diversos estudios con el uso de geo-sintéticos y geo-textiles, los que al igual que nuestra investigación tienen múltiples usos dentro de las diferentes ingenierías, en el ámbito nacional carecemos de una normativa definida para el diseño y cálculo de defensas ribereñas con este tipo de material. Por lo que los diseñadores se rigen a la experiencia y recomendaciones de los fabricantes.

Fortalezas: Dentro de los antecedentes estudiados, nos damos cuenta que las soluciones más recurrentes para estructuras de defensa ribereña son convencionales, por lo que siempre se usa diques, enrocados, muros de contención, en voladizo, con el tiempo el uso de tecnología Geo- web aumenta el interés para los ingenieros proyectistas del área hidráulica, en muchos casos por la rapidez en el proceso constructivo como en los costos que conlleva su ejecución. Dentro de las fortalezas de esta investigación es el poder complementar estudios, usando sistemas de información geográfica(SIG) con software que sean a fines con esta metodología, como ArcGIS, HEC-HMS, IBER.

Debilidades: Cabe mencionar que en esta investigación no se realizó comparación entre resultados de análisis con diversos softwares, por lo que es un punto muy interesante a tomar en cuenta para investigaciones futuras, así mismo se plantea a futuro complementar esta investigación añadiendo más parámetros de evaluación para la selección de material geo sintético, como los costos de instalación, el tiempo de ejecución,

A diferencia de los antecedentes nacionales estudiados en el marco teórico, nuestra investigación plantea la implementación de una metodología para el estudio hidrológico de una cuenca con fines de defensas ribereñas, con el uso de la metodología SIG. Con el abanico de programas de ingeniería que aportan datos importantes para la evaluación y toma de decisiones, en la realización de proyector de defensas ribereñas. **Esta tesis tiene gran relevancia en el ámbito científico social** ya que aporta conocimiento de métodos de análisis y estadístico, y aporta una solución a los problemas de muros de encauzamiento existentes en el Sector de Rio seco del distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa,

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son obtenidas por el análisis y estudios obtenidos de cartas nacionales para la elaboración de mapas e información hidrológica de la cuenca del Caplina, información hidrometeorológica de la estación JORGE BASADRE, CALANA, CALIENTE, y PALCA, el levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos. Estas son información es de vital importancia para dar cumplimiento a nuestros objetivos planteados:

Según el Objetivo específico 1

El área de influencia de la cuenca del Caplina es de 799.76 km², los parámetros generales obtenidos son, longitud de 45.25km, el perímetro es de 175 km, el ancho de 17.67km. y un desnivel altitudinal de 5050m. Los parámetros de forma son: $K_f = 0.39$ de forma alargada, $K_c = 1.75$ Cuenca de oval oblonga a rectangular oblonga y la relación de elongación $R_e = 0.70$ plana con proporciones accidentales, la pendiente media es de 36.20%. las características de la red de drenaje el rio es de sexto orden, la densidad de drenaje, la longitud total de escurrimiento es de 1787.07km, la densidad de drenaje es 2.23km/km², el tiempo de concentración 112.29min, según la prueba de bondad de Smirnov – kolmorov el menor delta teórico de las distribuciones, para cada estación.

Para determinar el cálculo de caudal se utilizó el método estadístico propuesto por Nash para un periodo de retorno de 140 años $Q_{diseño} = 85.3\text{m}^3/\text{s}$. , calculados, según manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC, para las 4 estaciones meteorológicas, Jorge Basadre $Q_{máx}=8.4784$ $Q_{diseño}=9.423$, Calana $Q_{máx}=10.6535$ $Q_{diseño}= 11.8731$, Calientes $Q_{máx}=12.2802$ $Q_{diseño}= 13.453$, Palca $Q_{máx}=30.8443$ $Q_{diseño}=33.7005$

Según el Objetivo específico 2

Se realiza un levantamiento topográfico con el uso del dron Phantom 4, la longitud del tramo de estudio es de 2.133km y se obtiene la orto foto, se considera secciones

transversales cada 10m. de los que se obtienen planos topográficos, y relieve de la zona de influencia, el modelamiento hidráulico nos permite la obtención de la máxima descarga en 24 horas = $85.3\text{m}^3/\text{s}$. y el hidrograma de flujo con respecto al tiempo, la que nos indica que este pico máximo se da en el segundo 46800. con el modelo digital de elevaciones obtenidos se procesa la información en el software IBER, ingresando 3 valores para el coeficiente de rugosidad, área urbana = 0.015, ladera del cerro Arunta = 0.023, y el río = 0.025. el hidrograma obtenido del HEC-HMS, la velocidad del flujo = 7.64m/s , el tirante máximo = 4.53m.

Según el objetivo específico 3

Con los datos obtenidos del modelamiento hidráulico, como, la velocidad de flujo = 6.10m/s , tirante máximo = 6.10m este último inferior a la altura del talud del Río Seco, por lo que no se requiere elevar la altura del talud natural, por esto, se determina realizar el diseño de la defensa ribereña con el uso de geo-celdas rellenas de concreto con un $f'c=210\text{ kg/m}^2$, el tipo de geo-celda será GW40V con un número de cintillo = 2 por celda, el área de la celda = 0.241m^2 , altura de geo-celda = 75mm. Se protegerá el talud con geotextil previo a la instalación del sistema Geo web, los bordes del geotextil debidamente fijados para impedir cualquier tipo de desplazamiento

Según el objetivo General

De acuerdo a nuestras investigaciones y resultados obtenidos, mediante el uso de la metodología SIG. Para el modelamiento hidráulico, se concluye en el uso del sistema Geo-Web, con relleno de concreto $F'c = 210\text{ kg/m}^2$, como defensa ribereña en el tramo de 2.133km de longitud del Sector de Río Seco, según detalles adjuntos en anexo N°10, esto debido a la velocidad del flujo, y características topográficas.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de metodología SIG, ya que son tecnologías modernas que son aplicadas para el análisis sobre modelos digital de elevación, para estudios de impacto ambiental, planificación urbana, cartografía, etc.

Se recomienda que para los datos históricos que no estén completos de las precipitaciones máximas de las estaciones meteorológicas, se debe realizar el cálculo de parámetros estadísticos agrupando datos mediante el software Hidroesta 2.

Se recomienda el estudio de comparación entre resultados y análisis con diferentes softwares, así como el estudio de más indicadores que permitan la elección del material geo-sintético, para defensas ribereñas, como los costos de instalación, el tiempo de ejecución, etc.

Dentro del estudio hidrológico se recomienda el estudio de la influencia de la cuenca del Uchusuma sobre la cuenca del Caplina, a si determinar si los caudales máximos aumentan con respecto a los obtenidos en esta investigación.

Se recomienda el estudio de la influencia del transporte de sedimentos sobre la estructura de geo-celdas rellenas de concreto.

Se recomienda el análisis de defensas ribereñas con geo-celdas como muros de contención.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda un coeficiente de corrección para datos de estaciones que se registran una vez al día de 1,13. Para el caso de nuestra estación, según fuentes del SENAMHI indican que la medición de la precipitación máxima se realiza al finalizar el día, los cuales considerado como una medición al día.

REFERENCIAS

- Ahmed Ezzine, Salwa Saidi, Taoufik Hermassi, Ichrak Kammessi, Fadila Darragi, & Hamadi Rajhi. (2020). Flood mapping using hydraulic modeling and Sentinel-1 image: Case study of Medjerda Basin, northern Tunisia. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 303-310.
- Alva Hurtado, J., & Escalaya Advincula, M. (s.f.). *Muros y Taludes Reforzados con Geosintéticos*. Lima: Univesidad Nacional de Ingeniería.
- Andex. (2018). *Andex Peru*. Obtenido de Control de Erosión: <https://andex.com.pe/control-de-erosion/>
- Arias Vilca, L., & Muñoz Castillo, A. (2015). *DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA UTILIZANDO GEOCELDAS EN LA CARRETERA VILLA RICA - DESVÍO ISCOZACÍN (KM. 31.8 – KM. 31.98), OXAPAMPA - PASCO*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Baiyinbaoligao, Wang Ding, & Li XiangYang. (2011). Application of ArcGIS in the Calculation of Basins Rainfall-. *Procedia Environmental Sciences*, 1980-1984.
- Béjar, M. V. (2006). *Hidrología Estadística*. Lima: Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Agrícola.
- Buitrago, G. A. (2017). Hydrological analysis of the calandaima river basin and hydraulic modeling for the water supply system for san antonio farmers in apulo cundinamarca. *Journal of Technology*, 137-147.
- Cadavid, J. H. (2006). *Hidraulica de Canales Fundamentos*. Medellin, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT,2006.
- Camargo Hernandez, J. E., & Franco, V. (2001). *Manual de Gaviones*. Instituto de Ingenieria UNAM.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluacion de Riesgos Originado por Inundaciones Fluviales*. Lima: Direccion de Gestión de procesos, Subdireccion de Normas y Lineamientos.
- Chen, F.-q., Lin, Y.-j., & Yang, J.-t. (2020). Passive earth pressure of narrow cohesionless backfill against inclined rigid retaining walls under translation mode. *Soils and Foundations*, 1226-1240.
- Chow, V., & Maidment, D. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: Mc Graw Hill - Primera Edicion.
- DAS, B. M. (1999). *Principios de ingeniería de cimentaciones*. España: PWS Publishing.
- E. Bladé, L. Cea, G. Corestein, E. Escolano, J. Puertas, E. Vázquez-Cendón, . . . A. Coll. (2014). Iber — River modelling simulation tool. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 10.
- Fu-quan Chen, Cheng Lin, Luo-bin Lin, & Ming Huang. (2021). Active earth pressure of narrow cohesive backfill on rigid retaining wall of rotation about the bottom. *Soils and Foundations*, 1226-1240.
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). *Geomorfología*. Pearson Prentice Hall.

- Hernández, R. A. (2018). *Estudio del análisis y diseño de muros de contención en obras hidráulicas*. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- Horton, R. (1945). Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins. *Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology*, 275-370.
- Ibañez Asensio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. (2011). *Morfología de las cuencas hidrográficas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- j. (s.f.).
- K. Pokharel, S., Han, J., Leshchinsky, D., & L. Parsons, R. (2018). Evaluación experimental de bases reforzadas con geoceldas bajo carga repetida. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 114-127.
- López, S. (2018). *Modelacion Hidrologica e Hidraulica requerida durante eventos extremos*. Universidad Nacional de Cordoba.
- Maccferri. (2008). Defensas Ribereñas y obras transversales. *Soluciones Ambientales*.
- Mahyar Shafii, & Bryan A. Tolson. (2015). Optimizing hydrological consistency by incorporating hydrological signatures into model calibration objectives. *Investigación de recursos hídricos*, 3796-3814.
- Maruyama Rentschler, J., & Salhab, M. (2020). People in Harm's Way: Exposición a inundaciones y pobreza en 189 países. *THE WORLD BANK*, 9447.
- MTC. (2008). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Oseda, D., Huaman, E., Shimbucat, F., Zevallos, K., & Barrera, M. (2015). *Teoría y Práctica de la Investigación Científica*. Perú: Soluciones gráficas SAC.
- Oyegbile, B., & Oyegbile, B. (2017). Aplicaciones de membranas geosintéticas en estabilización de suelos y estructuras de defensa costera. *Revista Internacional de Medio Ambiente Construidos Sostenible*, 636-662.
- Parella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2006). *Metodología de la Investigación cuantitativa*. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Rodríguez, A. H. (2018). *Estudio del análisis y diseño de muros de contención en obras hidráulicas*. Santa c: Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- SNIRH. (2015). *Generación del Mapa Temático de Curva Número (CN)*. Lima: Autoridad Nacional del Agua.
- Soto Carrasco, J. L. (2017). *MODELAMIENTO HIDRÁULICO Y DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO AMOJÚ, LOCALIDAD EL PARRAL – JAÉN - CAJAMARCA*. CAJAMARCA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.
- Susanta Mahato, Swades Pal, Swapan Talukdar, Tamal Kanti Saha, & Parikshit Mandal. (2021). Field based index of flood vulnerability (IFV): A new validation technique for flood susceptible models. *Geoscience Frontiers*, 101175.

- Tineo, J. J. (2019). *Modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en el río Rímac, sector Batasol, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima, 2019*. LIMA: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.
- Tito Quispe, Y. A. (2017). *MODELAMIENTO HIDRAULICO DEL RIO CAÑETE SECTOR PUENTE SOCSI - ALTURA PUENTE COLGANTE (9 KM), CON FINES DE DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS*. LIMA: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- TORYILA, T. M. (2016). Control of Flooding at Banks of Rivers Case Study of River Benue Bordering University of Agriculture Makurdi Water Works. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 4047 - 4051.
- Vasquez V., A., Mejía M., A., Terán A., R., Faustino M., J., Vásquez R. , I., Díaz R., J., . . . Alcántara R., J. (2016). *Manejo y Gestion de Cuencas Hidrograficas*. Lima: Fondo Editorial-UNALM.
- Villón Bèjar, M. (2002). Calculos hidrologicos e hidraulicos en Cuencas Hidrograficos. *Curso de Especializacion Gestion de Cuencas Hidrograficas*. Lima: Editorial Villón.
- Villón Béjar, M. (2002). *HIDROLOGÍA*. LIMA: Editorial Villón. Febrero del 2002.
- Villón Béjar, M. (2007). *Hidraulica de Canales*. Lima: Editorial Villón, octubre del 2007.

ANEXOS

ANEXO 1.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: “Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021”

Título	Problema General	Hipótesis General	Objetivo General
“Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021”	¿De qué forma el modelamiento hidráulico nos ayuda a dar una propuesta de defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?	El modelamiento hidráulico determina los parámetros necesarios para el diseño la defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021	Efectuar el modelamiento hidráulico para dar una propuesta de defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021
	Problemas Específicos	Hipótesis Específicas	Objetivos Específicos
	¿Cómo obtenemos los caudales de diseño para el modelamiento hidráulico de la cuenca del Sector Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?	Los caudales de diseño son calculados mediante un estudio hidrológico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021	Realizar el estudio hidrológico y determinar los caudales máximos para el modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL – Tacna 2021
	¿Cómo se realizará el modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?	El modelado hidráulico se realizará mediante el software IBER empleando información topográfica y parámetros hidrológicos de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021	Obtener información topográfica y realizar el modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021
	¿Cuál es el diseño del geo-sintético y geo-textil que mejor se adecua como propuesta de defensa ribereña en el Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021?	El uso de geo-sintético y geo-textil son adecuados, como propuesta de defensa ribereña en el Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021– Tacna 2021	Realizar el diseño de geo-sintéticos y geo-textiles aplicados a la defensa ribereña en el Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021

ANEXO 2.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Modelamiento Hidráulico	El modelamiento hidráulico en una herramienta de simulación numérica, que estudia el comportamiento dinámico del agua, en este caso de los ríos, así mismo, evaluar zonas inundables, encausamiento, erosión y sedimentación por transporte de material granular entre otros.	La medición de la variable independiente "Modelamiento hidráulico" se realizará mediante sus dimensiones: estudio hidrológico, topografía y parámetros hidráulicos.	Estudio hidrológico	Parámetros generales	Escala de razón
				Parámetros de forma	
				Parámetros de relieve	
				Características de drenaje	
				Precipitaciones	
				Periodo de retorno	
				Caudal de diseño	
			Topografía	Secciones transversales	
				Pendiente	
			Parámetros Hidráulicos	Coeficiente de rugosidad	
				Tirante de agua	
Variable Dependiente: Defensa Ribereña	Las defensas ribereñas son obras hidráulicas capaces de soportar esfuerzos laterales, generadas por terrenos naturales, rellenos, sísmicos o la misma fuerza hidráulica, con el fin de encausar el agua, en función de sus máximos caudales.	La medición de la variable dependiente "Defensas ribereñas" se realizará mediante sus dimensiones: estudio de mecánica de suelos y diseño de geo-celdas.	Estudio de Mecánica de Suelos	Velocidad	Escala de razón
				Clasificación SUCS	
				Angulo de fricción	
				Peso específico	
				Cohesión	
			Diseño de geo-celdas	Tipo de geo-celda	
				Longitud	
				Ancho	
				Numero de cintillo por celda	
				Área por celda	

ANEXO 3.

VALIDACION DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1/2

PROYECTO: Modelamiento Hidráulico y Propuesta de Defensa Ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín - Tacna 2021

AUTORES: Mío Medina, Sthefany Jesus Alarcón Barazorda, Jonathan Pool

1. Información General de la Zona de Estudio

1.1 Ubicación				
1.2 Departamento				
1.3 Provincia				
1.4 Provincia				
1.5 Coodenadas UTM	Latitud		Longitud	
			VALOR	UND.

2. Cuenca Hidrográfica

2.1 Region Hidrográfica				
2.2 Cuenca				
2.3 Parámetros Generales	Area de la cuenca			
	Longitud de la cuenca			
	Perímetro de la cuenca			
	Ancho de la cuenca			
	Desnivel Altitudinal			
2.4 Parámetros de Forma	Factor de forma - Horton			
	Factor de Compacidad			
	Relacion de Elongacion			
2.5 Parámetros de Relieve	Altura Máxima de la Cuenca			
	Altura Mínima de la Cuenca			
	Desnivel Total de la Cuenca			
	Altitud Media de la Cuenca			
	Pendiente Media de la Cuenca			
	Pendiente Media del Cauce principal			
2.6 Características de Drenaje	Orden de Corriente			
	Densidad de drenaje			
	Tiempo de concentración			

3. Modelamiento Hidrológico

3.1 Precipitación			VALOR	UND.
3.2 Evapotranspiración				
3.3 Infiltración y percolación				
3.4 Escorrentía superficial				
3.5 Escorrentía sub-superficial				
3.6 Caudal de diseño				
3.7 Periodo de retorno				

4. Modelamiento Hidráulico

4.1 Coeficiente de Rugosidad			VALOR	UND.
4.2 Numero de Froude				
4.3 Tirante de Agua				
4.4 Socavación				
4.5 Área inundable				

5. Levantamiento Topográfico

5.1 Equipos	GPS Diferencial			
	Drone			
5.2 Plan de Vuelo Altura				
5.3 Velocidad				
5.4 Solapamiento lateral				
5.5 Tiempo de vuelo				
5.6 N° Fotos				
5.7 Punto de control Geodésico	Latitud		Longitud	

6. Estudio de Mecánica de Suelos

	C-01		C-02	
6.1 Coordenadas UTM	Latitud		Latitud	
	Longitud		Longitud	
	VALOR	UND	VALOR	UND
6.2 Clasificación SUCS				
6.3 Análisis Granulométrico				
6.4 Densidad in-situ				
6.5 Contenido de Humedad				
6.6 Peso Unitario				
6.7 Peso específico				
6.8 Porcentaje de absorción				
6.9 Limite líquido				
6.10 Limite plástico				
6.11 Angulo de fricción				
6.12 Cohesión				
6.13 Capacidad Portante				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 2/2

PROYECTO:	Modelamiento Hidráulico y Propuesta de Defensa Ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín - Tacna		
AUTORES:	Mio Medina, Sthefany Jesus Alarcón Barazorda, Jonathan Pool		
7. Diseño de Geobolsas		VALOR	UND.
7.1 Tipo de Material			
7.2 Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Tensión última		
	Resistencia al Punzonamiento		
	Resistencia al Razgado Trapezoidal		
7.3 Propiedades Hidráulicas	Permeabilidad Normal al Plano		
	Permisividad		
	Tasa de Flujo		
	Tamaño de Abertura Aparente		
7.4 Resistencia UV			
7.5 Resistencia a altas temperaturas			
7.6 Tipo de geobolsa			
7.7 Dimension			
7.8 Capacidad			
7.9 Material de relleno			
8. Diseño de Geoceldas		VALOR	UND.
8.1 Tipo de material			
8.2 Características del Talud	Altura promedio del talud		
	Inclinación máxima		
8.3 Material de Fundación	Tipo de suelo		
	Peso específico		
	Ángulo de fricción		
	Cohesión		
8.4 Material de relleno			
8.5 Tipo de geocelda			
8.5 Longitud			
8.6 Ancho			
8.7 Número de cintillo por celda			
8.8 Área por celda			
8.9 Cintillo/m2			
8.10 Atr Key/m2			

Validez - Según Oseda (2011)

Rango	Interpretación	Validez	
0,53 o menos	Validez nula	Rango	0.80
0,54 a 0,59	Validez baja		
0,60 a 0,65	Valida		
0,66 a 0,71	Muy valida	Interpretación	EXCELENTE
0,72 a 0,99	Excelente validez		
1,00	Validez perfecta		

Datos del Profesional:

APELLIDOS Y NOMBRES:	SUAREZ SEGOVIA WINDER DAMIAN
GRADO ACADÉMICO	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N°:	34571
EMAIL:	WDS-250@hotmail.com
CELULAR:	953968749


Winder Damian Suarez Segovia
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 34371



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1/2

PROYECTO:	Modelamiento Hidráulico y Propuesta de Defensa Ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín - Tacna 2021			
AUTORES:	Mio Medina, Sthefany Jesus Alarcón Barazorda, Jonathan Pool			
1. Información General de la Zona de Estudio				
1.1 Ubicación				
1.2 Departamento				
1.3 Provincia				
1.4 Provincia				
1.5 Coodenadas UTM	Latitud		Longitud	
2. Cuenca Hidrográfica				
2.1 Region Hidrográfica				
2.2 Cuenca				
2.3 Parámetros Generales	Área de la cuenca			
	Longitud de la cuenca			
	Perímetro de la cuenca			
	Ancho de la cuenca			
	Desnivel Altitudinal			
2.4 Parámetros de Forma	Factor de forma - Horton			
	Factor de Compacidad			
	Relacion de Elongacion			
2.5 Parámetros de Relieve	Altura Máxima de la Cuenca			
	Altura Mínima de la Cuenca			
	Desnivel Total de la Cuenca			
	Altitud Media de la Cuenca			
	Pendiente Media de la Cuenca			
2.6 Características de Drenaje	Pendiente Media del Cauce principal			
	Orden de Corriente			
	Densidad de drenaje			
3. Modelamiento Hidrológico				
3.1 Precipitación				
3.2 Evapotranspiración				
3.3 Infiltración y percolación				
3.4 Escorrentía superficial				
3.5 Escorrentía sub-superficial				
3.6 Caudal de diseño				
3.7 Periodo de retorno				
4. Modelamiento Hidráulico				
4.1 Coeficiente de Rugosidad				
4.2 Numero de Froude				
4.3 Tirante de Agua				
4.4 Socavación				
4.5 Área inundable				
5. Levantamiento Topográfico				
5.1 Equipos	GPS Diferencial			
	Drone			
5.2 Plan de Vuelo Altura				
5.3 Velocidad				
5.4 Solapamiento lateral				
5.5 Tiempo de vuelo				
5.6 N° Fotos				
5.7 Punto de control Geodésico	Latitud		Longitud	
6. Estudio de Mecánica de Suelos				
6.1 Coordenadas UTM	C-01		C-02	
	Latitud		Latitud	
	Longitud		Longitud	
	VALOR	UND	VALOR	UND
6.2 Clasificación SUCS				
6.3 Análisis Granulométrico				
6.4 Densidad in-situ				
6.5 Contenido de Humedad				
6.6 Peso Unitario				
6.7 Peso específico				
6.8 Porcentaje de absorción				
6.9 Límite líquido				
6.10 Límite plástico				
6.11 Angulo de fricción				
6.12 Cohesión				
6.13 Capacidad Portante				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 2/2

PROYECTO:	Modelamiento Hidráulico y Propuesta de Defensa Ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín - Tacna		
AUTORES:	Mio Medina, Sthefany Jesus Alarcón Barazorda, Jonathan Pool		
7. Diseño de Geobolsas		VALOR	UND.
7.1 Tipo de Material			
7.2 Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Tensión última		
	Resistencia al Punzonamiento		
	Resistencia al Razgado Trapezoidal		
7.3 Propiedades Hidráulicas	Permeabilidad Normal al Plano		
	Permisividad		
	Tasa de Flujo		
	Tamaño de Abertura Aparente		
7.4 Resistencia UV			
7.5 Resistencia a altas temperaturas			
7.6 Tipo de geobolsa			
7.7 Dimension			
7.8 Capacidad			
7.9 Material de relleno			
8. Diseño de Geoceldas		VALOR	UND.
8.1 Tipo de material			
8.2 Características del Talud	Altura promedio del talud		
	Inclinación máxima		
	Tipo de suelo		
8.3 Material de Fundación	Peso específico		
	Ángulo de fricción		
	Cohesión		
8.4 Material de relleno			
8.5 Tipo de geocelda			
8.6 Longitud			
8.6 Ancho			
8.7 Número de cintillo por celda			
8.8 Área por celda			
8.9 Cintillo/m2			
8.10 Atr Key/m2			

Validez - Según Oseda (2011)

Rango	Interpretación	Validez	
0,53 o menos	Validez nula	Rango	0.75
0,54 a 0,59	Validez baja		
0,60 a 0,65	Validez		
0,66 a 0,71	Muy valida	Interpretación	EXLENTE VALIOE2
0,72 a 0,99	Exelente validez		
1,00	Validez perfecta		

Datos del Profesional:

APELLIDOS Y NOMBRES:	SIMBAÑA MERINO MANUEL E.
GRADO ACADÉMICO	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N°:	27119
EMAIL:	SYM-CONTABLES@hotmail.com
CELULAR:	953707729

Manuel Ernesto Simbaña Merino
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 27119



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1/2

PROYECTO:	Modelamiento Hidráulico y Propuesta de Defensa Ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín - Tacna 2021			
AUTORES:	Mio Medina, Sthefany Jesus Alarcón Barazorda, Jonathan Pool			
1. Información General de la Zona de Estudio				
1.1 Ubicación				
1.2 Departamento				
1.3 Provincia				
1.4 Provincia				
1.5 Coodenadas UTM	Latitud		Longitud	
2. Cuenca Hidrográfica			VALOR	UND.
2.1 Region Hidrográfica				
2.2 Cuenca				
2.3 Parámetros Generales	Área de la cuenca			
	Longitud de la cuenca			
	Perímetro de la cuenca			
	Ancho de la cuenca			
	Desnivel Altitudinal			
2.4 Parámetros de Forma	Factor de forma - Horton			
	Factor de Compacidad			
	Relacion de Elongacion			
2.5 Parámetros de Relieve	Altura Máxima de la Cuenca			
	Altura Mínima de la Cuenca			
	Desnivel Total de la Cuenca			
	Altitud Media de la Cuenca			
	Pendiente Media de la Cuenca			
2.6 Características de Drenaje	Pendiente Media del Cauze principal			
	Orden de Corriente			
	Densidad de drenaje			
	Tiempo de concentración			
3. Modelamiento Hidrológico			VALOR	UND.
3.1 Precipitación				
3.2 Evapotranspiración				
3.3 Infiltración y percolación				
3.4 Escurrimiento superficial				
3.5 Escurrimiento sub-superficial				
3.6 Caudal de diseño				
3.7 Período de retorno				
4. Modelamiento Hidráulico			VALOR	UND.
4.1 Coeficiente de Rugosidad				
4.2 Numero de Froude				
4.3 Tirante de Agua				
4.4 Socavación				
4.5 Área inundable				
5. Levantamiento Topográfico			VALOR	UND.
5.1 Equipos	GPS Diferencial			
	Drone			
5.2 Plan de Vuelo Altura				
5.3 Velocidad				
5.4 Solapamiento lateral				
5.5 Tiempo de vuelo				
5.6 N° Fotos				
5.7 Punto de control Geodésico	Latitud		Longitud	
6. Estudio de Mecánica de Suelos				
	C-01		C-02	
6.1 Coordenadas UTM	Latitud		Latitud	
	Longitud		Longitud	
	VALOR	UND	VALOR	UND
6.2 Clasificación SUCS				
6.3 Análisis Granulométrico				
6.4 Densidad in-situ				
6.5 Contenido de Humedad				
6.6 Peso Unitario				
6.7 Peso específico				
6.8 Porcentaje de absorción				
6.9 Límite líquido				
6.10 Límite plástico				
6.11 Angulo de fricción				
6.12 Cohesión				
6.13 Capacidad Portante				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 2/2

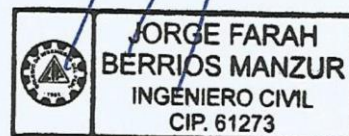
PROYECTO:	Modelamiento Hidráulico y Propuesta de Defensa Ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín - Tacna		
AUTORES:	Mio Medina, Sthefany Jesus Alarcón Barazorda, Jonathan Pool		
7. Diseño de Geobolsas		VALOR	UND.
7.1 Tipo de Material			
7.2 Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Tensión última		
	Resistencia al Punzonamiento		
	Resistencia al Razgado Trapezoidal		
7.3 Propiedades Hidráulicas	Permeabilidad Normal al Plano		
	Permisividad		
	Tasa de Flujo		
	Tamaño de Abertura Aparente		
7.4 Resistencia UV			
7.5 Resistencia a altas temperaturas			
7.6 Tipo de geobolsa			
7.7 Dimension			
7.8 Capacidad			
7.9 Material de relleno			
8. Diseño de Geoceldas		VALOR	UND.
8.1 Tipo de material			
8.2 Características del Talud	Altura promedio del talud		
	Inclinación máxima		
	Tipo de suelo		
8.3 Material de Fundación	Peso específico		
	Angulo de fricción		
	Cohesión		
8.4 Material de relleno			
8.5 Tipo de geocelda			
8.5 Longitud			
8.6 Ancho			
8.7 Número de cintillo por celda			
8.8 Área por celda			
8.9 Cintillo/m2			
8.10 Área Key/m2			

Validez - Según Oseda (2011)

Rango	Interpretación	Validez
0,53 o menos	Validez nula	Rango 0.90
0,54 a 0,59	Validez baja	
0,60 a 0,65	Validez	
0,66 a 0,71	Muy valida	Interpretación EXCELENTE VALIDEZ
0,72 a 0,99	Excelente validez	
1,00	Validez perfecta	

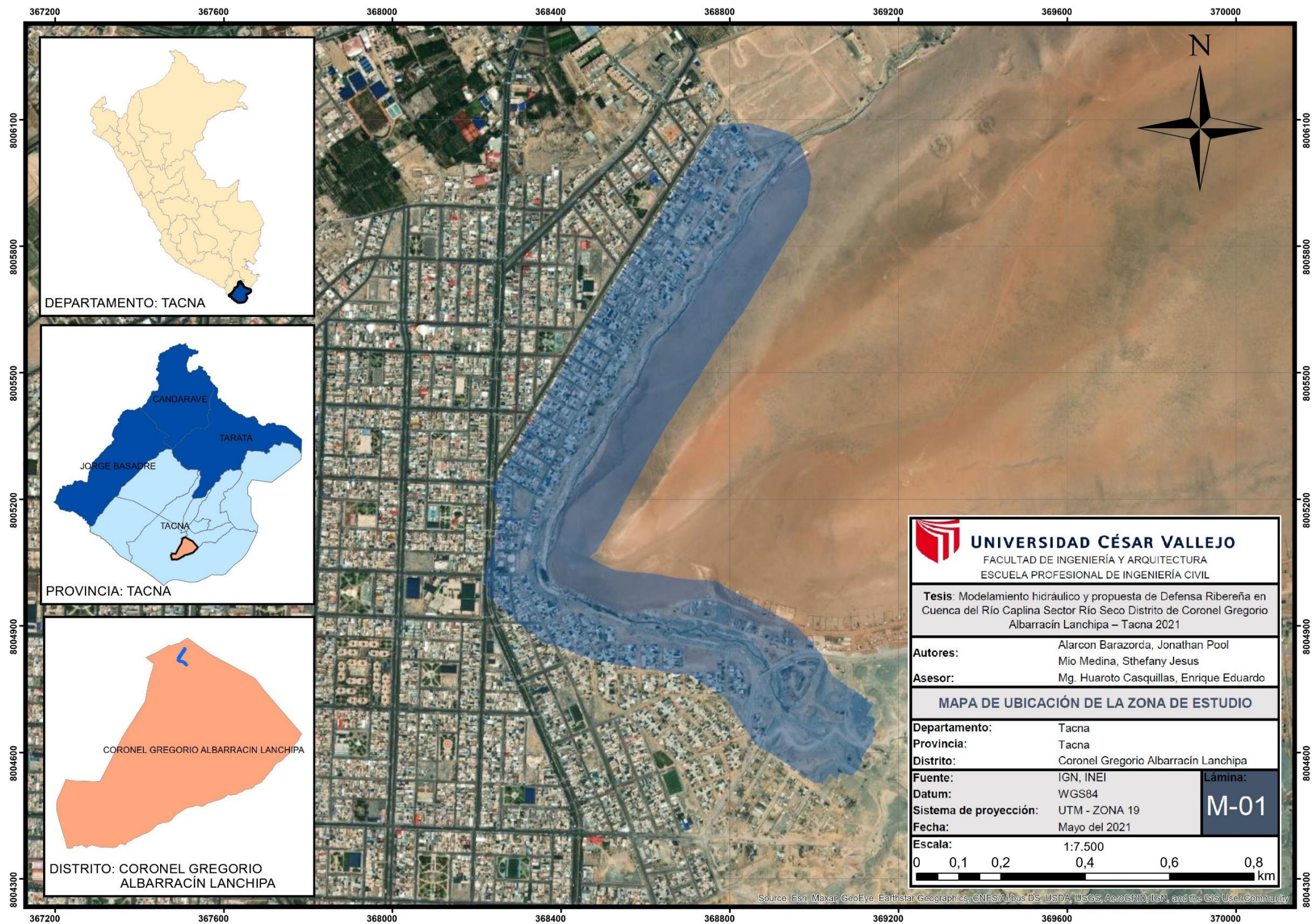
Datos del Profesional:

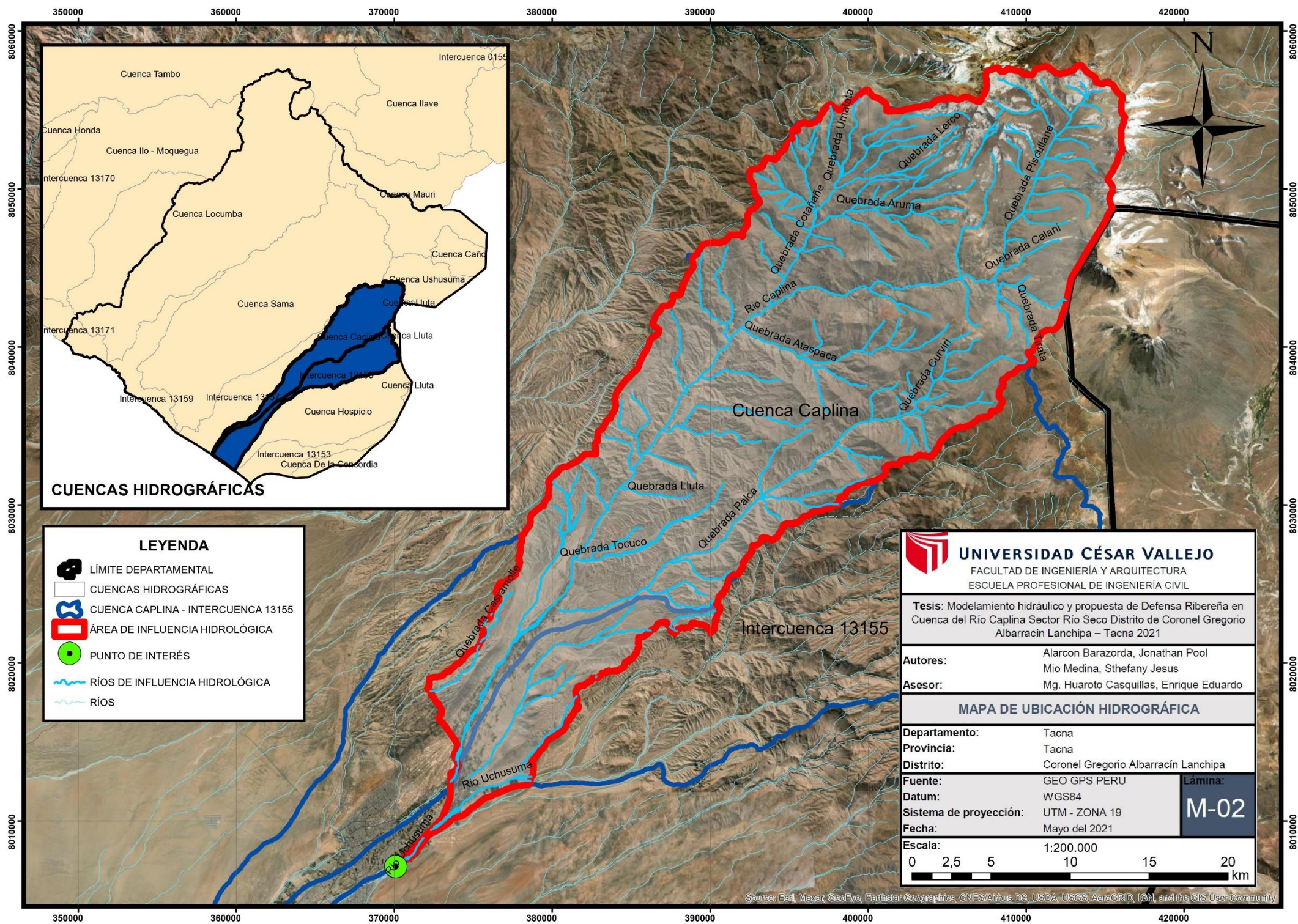
APELLIDOS Y NOMBRES:	BERRIOS MANZUR, JORGE FARAH
GRADO ACADÉMICO	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N°:	61273
EMAIL:	joberman22@gmail.com
CELULAR:	964 644 728




ANEXO 4.

- MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
- MAPA DE UBICACIÓN HIDROGRAFICA
- MAPA DE ESTACIONES METEOROLOGICAS







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis: Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en Cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna 2021

Autores: Alarcon Barazorda, Jonathan Pool
Mio Medina, Stefany Jesus

Asesor: Mg. Huaroto Casquillas, Enrique Eduardo

MAPA DE UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

Departamento: Tacna

Provincia: Tacna

Distrito: Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

Fuente: GEO GPS PERU

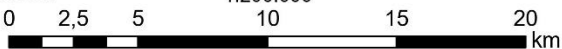
Datum: WGS84

Sistema de proyección: UTM - ZONA 19

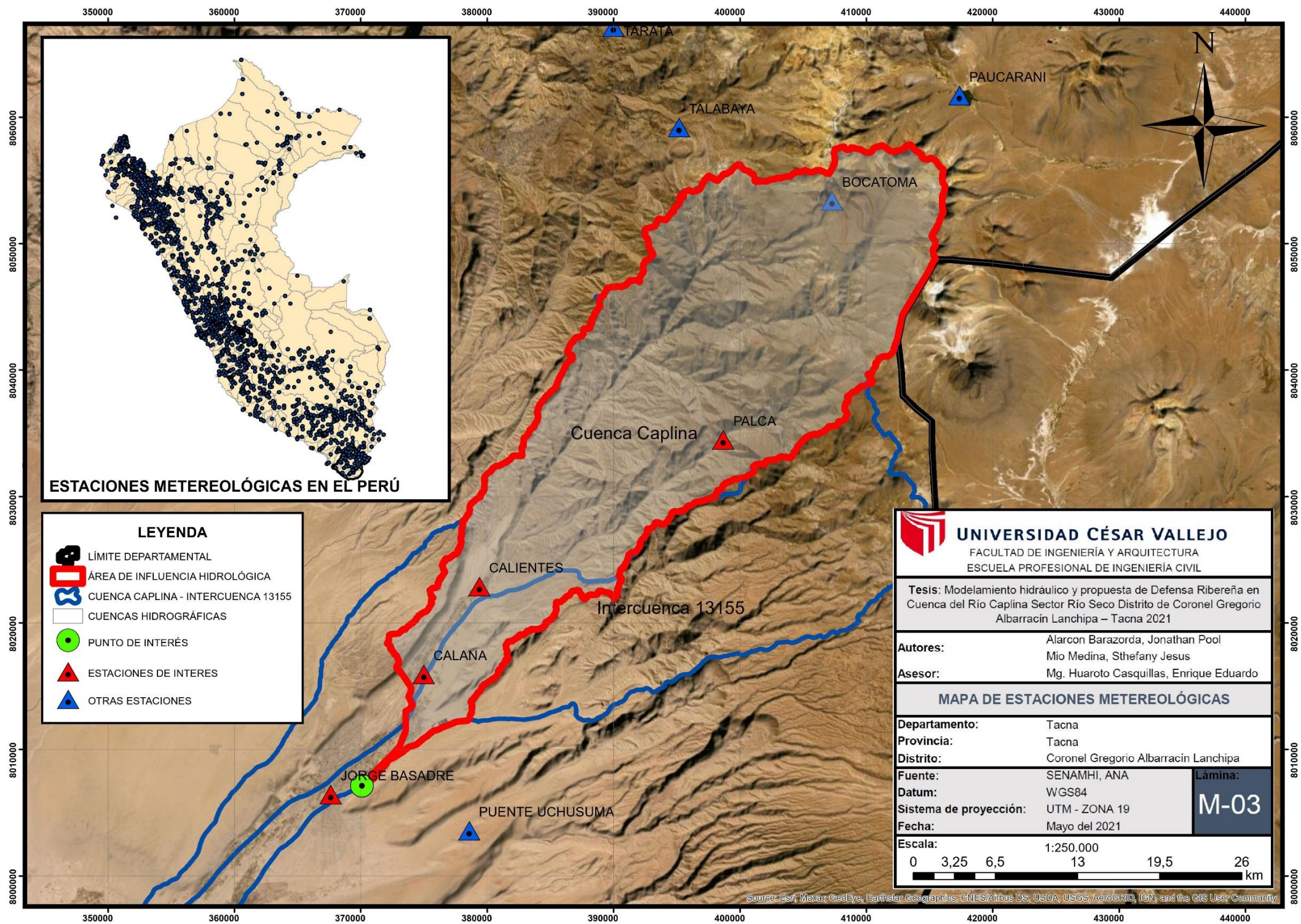
Fecha: Mayo del 2021

Escala: 1:200.000

Lámina: M-02



Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



ANEXO 5.

PANEL FOTOGRÁFICO DEL SECTOR RIO SECO
DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARACIN LANCHIPA



Socavación en la
base de la
cimentación del
puente Sector Río
seco



Falla estructural muro
de contención por
deslizamiento Sector
Río seco



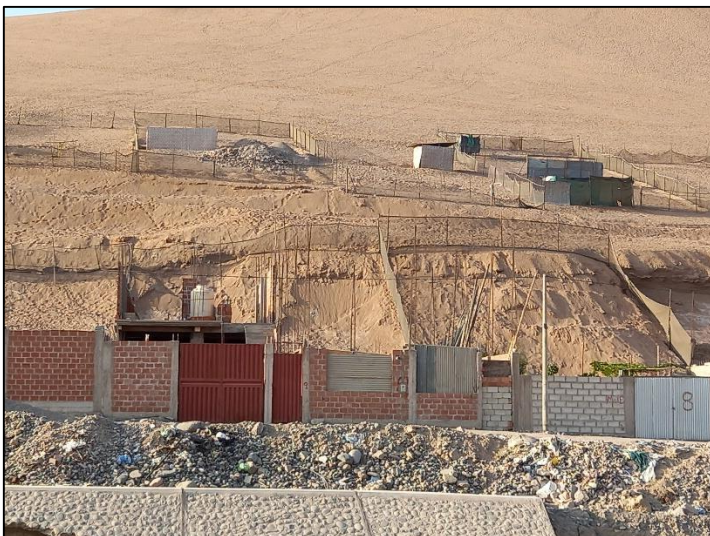
Socavación de la
rivera cerca viviendas,
Sector Río seco



Falla por volcamiento
del muro de
contención, Sector
Río seco



Construcción de
viviendas lado
izquierda, cerro
Arunta, Sector Río
seco



Socavación talud del
cerro Arunta, Sector
Río seco



Extracción material
árido para la
construcción, Sector
Río seco



Mantenimiento nula en el
cauce, Sector Río
seco



Crecimiento urbano,
Sector Río seco



Acumulación de
basura doméstica y
escombros, Sector
Río seco



Acumulación de
basura doméstica y
escombros, Sector
Río seco




Instalaciones
militares, Sector Río
seco

ANEXO 6.

- PRECIPITACIONES
- ESTACION JORGE BASADRE – DISTRIBUCIONES
- ESTACION CALANA – DISTRIBUCIONES
- ESTACION CALIENTES – DISTRIBUCIONES
- ESTACION CALANA – DISTRIBUCIONES
- PRECIPITACION MAXIMA PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
ESTACIÓN	JORGE BASADRE	
TIPO:	Convencional-Meteorológico	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
TACNA	TACNA	TACNA
LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
18°1'36.8" S	70°15'5.5" W	560 msnm.
PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24 HORAS		
Item	Año	P _{max} mm/día
1	1996	1,30
2	1997	5,00
3	1998	2,90
4	1999	2,60
5	2000	4,20
6	2001	5,80
7	2002	6,70
8	2003	3,20
9	2004	1,10
10	2005	1,30
11	2006	1,80
12	2007	2,10
13	2008	1,20
14	2009	2,50
15	2010	1,00
16	2011	4,00
17	2012	3,90
18	2013	1,00
19	2014	2,90
20	2015	2,60
21	2016	1,80
22	2017	2,78
23	2018	1,28
24	2019	3,28
25	2020	5,70


PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr.
NÚMERO DE DATOS	25
SUMATORIA	71,94
VALOR MÁXIMO	6,70
VALOR MÍNIMO	1,00
MEDIA	2,4400
VARIANZA	2,4233
DESVIACION ESTANDAR	1,5567
COEFICIENTE VARIACION	0,6380
COEFICIENTE DE SESGO	0,9136
COEFICIENTE DE CURTOSIS	2,9847

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
ESTACIÓN	CALANA	
TIPO:	Convencional-Meteorológico	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
TACNA	TACNA	CALANA
LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
17°58'28.5" S	70°11'33.5" W	785 msnm.
PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24 HORAS		
Item	Año	P _{max} mm/día
1	1996	1,10
2	1997	3,20
3	1998	3,20
4	1999	5,00
5	2000	4,70
6	2001	1,00
7	2002	5,80
8	2003	4,30
9	2004	1,00
10	2005	1,30
11	2006	1,00
12	2007	2,20
13	2008	2,10
14	2009	3,00
15	2010	2,00
16	2011	9,00
17	2012	5,20
18	2013	2,00
19	2014	1,50
20	2015	3,50
21	2016	1,60
22	2017	1,00
23	2018	1,00
24	2019	3,73
25	2020	6,47

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr.
NÚMERO DE DATOS	25
SUMATORIA	75,90
VALOR MÁXIMO	9,00
VALOR MÍNIMO	1,00
MEDIA	2,8000
VARIANZA	4,0833
DESVIACION ESTANDAR	2,0207
COEFICIENTE VARIACION	0,7217
COEFICIENTE DE SESGO	1,3832
COEFICIENTE DE CURTOSIS	5,4110

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
ESTACIÓN	PALCA	
TIPO:	Convencional-Meteorológico	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
TACNA	TACNA	PALCA
LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
17°46'40.6" S	69°57'31.1" W	3004 msnm
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS		
Item	Año	P _{max} mm/día
1	1996	3,10
2	1997	11,50
3	1998	5,00
4	1999	7,10
5	2000	10,90
6	2001	10,70
7	2002	15,20
8	2003	11,50
9	2004	6,50
10	2005	15,00
11	2006	11,30
12	2007	5,40
13	2008	7,80
14	2009	6,10
15	2010	6,80
16	2011	11,90
17	2012	24,80
18	2013	15,00
19	2014	5,10
20	2015	13,00
21	2016	7,80
22	2017	1,00
23	2018	1,00
24	2019	1,00
25	2020	17,34

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr.
NÚMERO DE DATOS	25
SUMATORIA	231,84
VALOR MÁXIMO	24,80
VALOR MÍNIMO	1,00
MEDIA	8,9200
VARIANZA	31,0767
DESVIACION ESTANDAR	5,5746
COEFICIENTE VARIACION	0,6250
COEFICIENTE DE SESGO	0,7223
COEFICIENTE DE CURTOSIS	3,9664

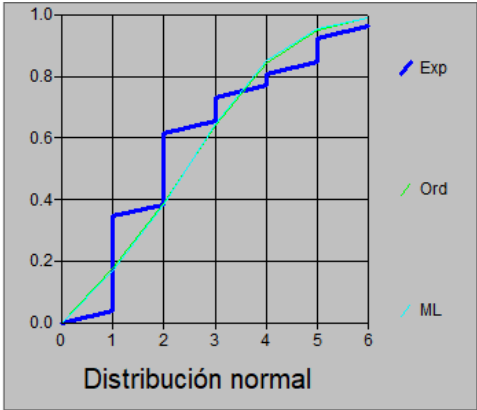
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
ESTACIÓN	CALIENTES	
TIPO:	Convencional - Meteorológico	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
TACNA	TACNA	PACHIA
LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
17° 53' 2.47"S	70° 8' 32.94"W	1200 msnm
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS		
Item	Año	P _{max} mm/día
1	1996	4,00
2	1997	5,10
3	1998	3,00
4	1999	4,00
5	2000	5,10
6	2001	5,50
7	2002	4,00
8	2003	3,80
9	2004	2,60
10	2005	2,00
11	2006	3,00
12	2007	2,30
13	2008	6,00
14	2009	3,20
15	2010	2,50
16	2011	7,30
17	2012	7,00
18	2013	2,30
19	2014	1,00
20	2015	2,80
21	2016	4,30
22	2017	1,00
23	2018	1,00
24	2019	3,10
25	2020	10,99

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr.
NÚMERO DE DATOS	25
SUMATORIA	96,89
VALOR MÁXIMO	10,99
VALOR MÍNIMO	1,00
MEDIA	3,64
VARIANZA	4,74
DESVIACION ESTANDAR	2,1772
COEFICIENTE VARIACION	0,5981
COEFICIENTE DE SESGO	1,1895
COEFICIENTE DE CURTOSIS	4,8617

ESTACION JORGE BASADRE - DISTRIBUCIONES

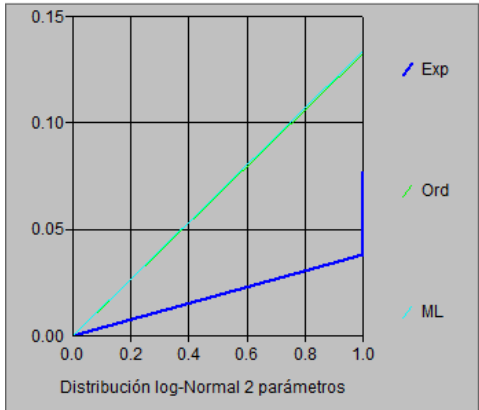
DISTRIBUCION NORMAL				
m	X	P(X)	F(Z)	Delta
1	1	0,0385	0,1775	0,139
2	1	0,0769	0,1775	0,1006
3	1	0,1154	0,1775	0,0621
4	1	0,1538	0,1775	0,0236
5	1	0,1923	0,1775	0,0148
6	1	0,2308	0,1775	0,0533
7	1	0,2692	0,1775	0,0918
8	1	0,3077	0,1775	0,1302
9	1	0,3462	0,1775	0,1687
10	2	0,3846	0,3887	0,0041
11	2	0,4231	0,3887	0,0344
12	2	0,4615	0,3887	0,0728
13	2	0,5	0,3887	0,1113
14	2	0,5385	0,3887	0,1497
15	2	0,5769	0,3887	0,1882
16	2	0,6154	0,3887	0,2267
17	3	0,6538	0,6405	0,0134
18	3	0,6923	0,6405	0,0518
19	3	0,7308	0,6405	0,0903
20	4	0,7692	0,8419	0,0726
21	4	0,8077	0,8419	0,0342
22	5	0,8462	0,95	0,1038
23	5	0,8846	0,95	0,0653
24	5	0,9231	0,95	0,0269
25	6	0,9615	0,9889	0,0274

Δ teorico	0,2267	Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



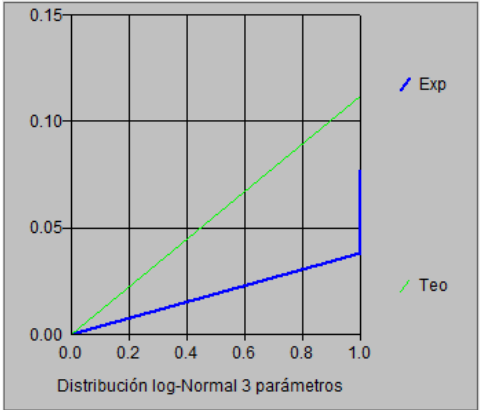
DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	F(Z)	Delta
1	1	0,0385	0,1324	0,094
2	1	0,0769	0,1324	0,0555
3	1	0,1154	0,1324	0,017
4	1	0,1538	0,1324	0,0214
5	1	0,1923	0,1324	0,0599
6	1	0,2308	0,1324	0,0984
7	1	0,2692	0,1324	0,1368
8	1	0,3077	0,1324	0,1753
9	1	0,3462	0,1324	0,2137
10	2	0,3846	0,4946	0,11
11	2	0,4231	0,4946	0,0716
12	2	0,4615	0,4946	0,0331
13	2	0,5	0,4946	0,0054
14	2	0,5385	0,4946	0,0438
15	2	0,5769	0,4946	0,0823
16	2	0,6154	0,4946	0,1208
17	3	0,6538	0,736	0,0821
18	3	0,6923	0,736	0,0436
19	3	0,7308	0,736	0,0052
20	4	0,7692	0,8617	0,0925
21	4	0,8077	0,8617	0,054
22	5	0,8462	0,9255	0,0793
23	5	0,8846	0,9255	0,0408
24	5	0,9231	0,9255	0,0024
25	6	0,9615	0,9584	0,0031

Δ teorico	0,2137	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS					
m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	1	0,0385	-1,2161	0,112	0,0735
2	1	0,0769	-1,2161	0,112	0,0351
3	1	0,1154	-1,2161	0,112	0,0034
4	1	0,1538	-1,2161	0,112	0,0419
5	1	0,1923	-1,2161	0,112	0,0803
6	1	0,2308	-1,2161	0,112	0,1188
7	1	0,2692	-1,2161	0,112	0,1573
8	1	0,3077	-1,2161	0,112	0,1957
9	1	0,3462	-1,2161	0,112	0,2342
10	2	0,3846	0,1606	0,5638	0,1792
11	2	0,4231	0,1606	0,5638	0,1407
12	2	0,4615	0,1606	0,5638	0,1023
13	2	0,5	0,1606	0,5638	0,0638
14	2	0,5385	0,1606	0,5638	0,0253
15	2	0,5769	0,1606	0,5638	0,0131
16	2	0,6154	0,1606	0,5638	0,0516
17	3	0,6538	0,7163	0,7631	0,1093
18	3	0,6923	0,7163	0,7631	0,0708
19	3	0,7308	0,7163	0,7631	0,0323
20	4	0,7692	1,0705	0,8578	0,0886
21	4	0,8077	1,0705	0,8578	0,0501
22	5	0,8462	1,3311	0,9084	0,0623
23	5	0,8846	1,3311	0,9084	0,0238
24	5	0,9231	1,3311	0,9084	0,0147
25	6	0,9615	1,5373	0,9379	0,0237

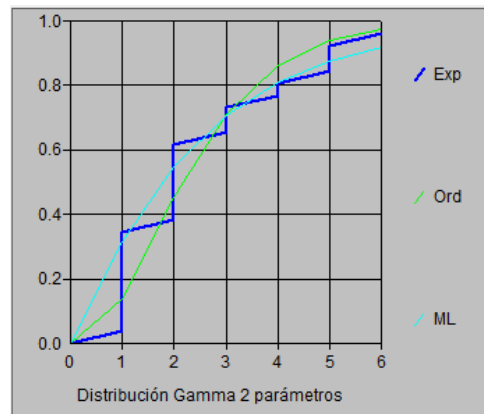
Δ teorico	0,2342	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION JORGE BASADRE - DISTRIBUCIONES

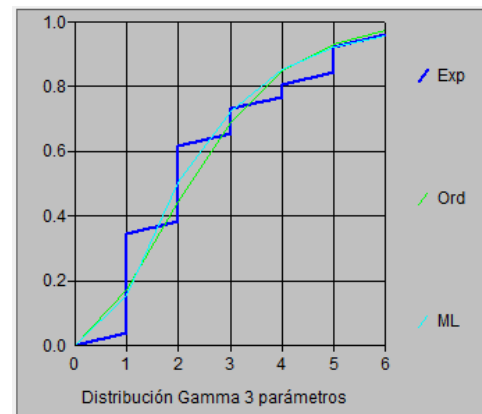
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y)	Delta
1	1	0,0385	0,1394	0,101
2	1	0,0769	0,1394	0,0625
3	1	0,1154	0,1394	0,024
4	1	0,1538	0,1394	0,0144
5	1	0,1923	0,1394	0,0529
6	1	0,2308	0,1394	0,0913
7	1	0,2692	0,1394	0,1298
8	1	0,3077	0,1394	0,1683
9	1	0,3462	0,1394	0,2067
10	2	0,3846	0,4536	0,0689
11	2	0,4231	0,4536	0,0305
12	2	0,4615	0,4536	0,008
13	2	0,5	0,4536	0,0464
14	2	0,5385	0,4536	0,0849
15	2	0,5769	0,4536	0,1234
16	2	0,6154	0,4536	0,1618
17	3	0,6538	0,7105	0,0566
18	3	0,6923	0,7105	0,0182
19	3	0,7308	0,7105	0,0203
20	4	0,7692	0,8623	0,0931
21	4	0,8077	0,8623	0,0546
22	5	0,8462	0,939	0,0929
23	5	0,8846	0,939	0,0544
24	5	0,9231	0,939	0,0159
25	6	0,9615	0,9743	0,0128

Δ teorico	0,2067	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



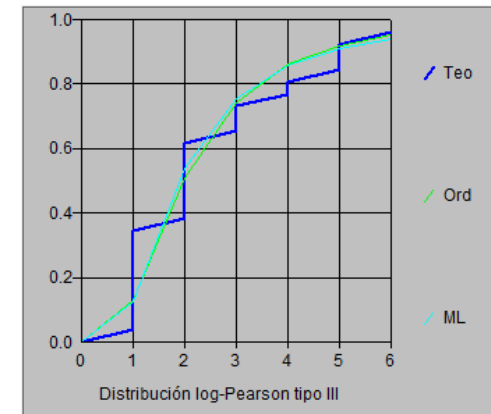
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y)	Delta
1	1	0,0385	0,173	0,1345
2	1	0,0769	0,173	0,096
3	1	0,1154	0,173	0,0576
4	1	0,1538	0,173	0,0191
5	1	0,1923	0,173	0,0193
6	1	0,2308	0,173	0,0578
7	1	0,2692	0,173	0,0963
8	1	0,3077	0,173	0,1347
9	1	0,3462	0,173	0,1732
10	2	0,3846	0,4439	0,0592
11	2	0,4231	0,4439	0,0208
12	2	0,4615	0,4439	0,0177
13	2	0,5	0,4439	0,0561
14	2	0,5385	0,4439	0,0946
15	2	0,5769	0,4439	0,1331
16	2	0,6154	0,4439	0,1715
17	3	0,6538	0,6889	0,0351
18	3	0,6923	0,6889	0,0034
19	3	0,7308	0,6889	0,0419
20	4	0,7692	0,8481	0,0789
21	4	0,8077	0,8481	0,0404
22	5	0,8462	0,9329	0,0868
23	5	0,8846	0,9329	0,0483
24	5	0,9231	0,9329	0,0098
25	6	0,9615	0,9726	0,011

Δ teorico	0,17319	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III				
m	X	P(X)	G(Y)	Delta
1	1	0,0385	0,1297	0,0912
2	1	0,0769	0,1297	0,0528
3	1	0,1154	0,1297	0,0143
4	1	0,1538	0,1297	0,0241
5	1	0,1923	0,1297	0,0626
6	1	0,2308	0,1297	0,1011
7	1	0,2692	0,1297	0,1395
8	1	0,3077	0,1297	0,178
9	1	0,3462	0,1297	0,2165
10	2	0,3846	0,5099	0,1253
11	2	0,4231	0,5099	0,0868
12	2	0,4615	0,5099	0,0483
13	2	0,5	0,5099	0,0099
14	2	0,5385	0,5099	0,0286
15	2	0,5769	0,5099	0,067
16	2	0,6154	0,5099	0,1055
17	3	0,6538	0,7435	0,0897
18	3	0,6923	0,7435	0,0512
19	3	0,7308	0,7435	0,0128
20	4	0,7692	0,8608	0,0915
21	4	0,8077	0,8608	0,0531
22	5	0,8462	0,9204	0,0743
23	5	0,8846	0,9204	0,0358
24	5	0,9231	0,9204	0,0027
25	6	0,9615	0,9523	0,0093

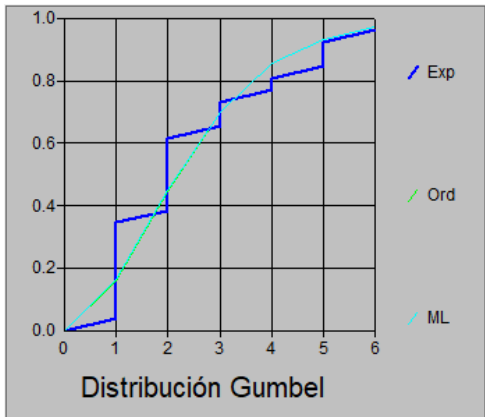
Δ teorico	0,21645	Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION JORGE BASADRE - DISTRIBUCIONES

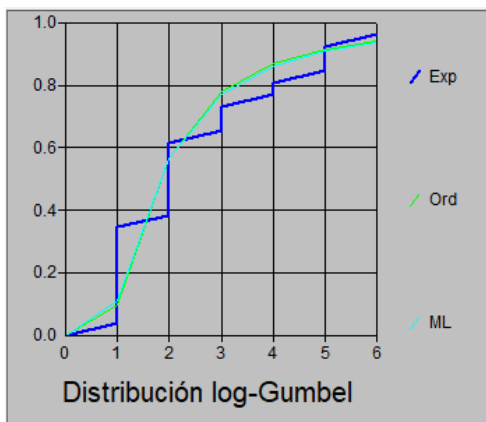
DISTRIBUCION GUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,159	0,1205
2	1	0,0769	0,159	0,0821
3	1	0,1154	0,159	0,0436
4	1	0,1538	0,159	0,0051
5	1	0,1923	0,159	0,0333
6	1	0,2308	0,159	0,0718
7	1	0,2692	0,159	0,1102
8	1	0,3077	0,159	0,1487
9	1	0,3462	0,159	0,1872
10	2	0,3846	0,4463	0,0617
11	2	0,4231	0,4463	0,0232
12	2	0,4615	0,4463	0,0152
13	2	0,5	0,4463	0,0537
14	2	0,5385	0,4463	0,0922
15	2	0,5769	0,4463	0,1306
16	2	0,6154	0,4463	0,1691
17	3	0,6538	0,7019	0,0481
18	3	0,6923	0,7019	0,0096
19	3	0,7308	0,7019	0,0289
20	4	0,7692	0,8562	0,0869
21	4	0,8077	0,8562	0,0485
22	5	0,8462	0,9341	0,088
23	5	0,8846	0,9341	0,0495
24	5	0,9231	0,9341	0,0111
25	6	0,9615	0,9706	0,009

Δ teorico	0,1872	Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGGUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0957	0,0572
2	1	0,0769	0,0957	0,0188
3	1	0,1154	0,0957	0,0197
4	1	0,1538	0,0957	0,0581
5	1	0,1923	0,0957	0,0966
6	1	0,2308	0,0957	0,1351
7	1	0,2692	0,0957	0,1735
8	1	0,3077	0,0957	0,212
9	1	0,3462	0,0957	0,2504
10	2	0,3846	0,5648	0,1802
11	2	0,4231	0,5648	0,1417
12	2	0,4615	0,5648	0,1033
13	2	0,5	0,5648	0,0648
14	2	0,5385	0,5648	0,0264
15	2	0,5769	0,5648	0,0121
16	2	0,6154	0,5648	0,0506
17	3	0,6538	0,7788	0,125
18	3	0,6923	0,7788	0,0865
19	3	0,7308	0,7788	0,0481
20	4	0,7692	0,8702	0,1009
21	4	0,8077	0,8702	0,0625
22	5	0,8462	0,9155	0,0694
23	5	0,8846	0,9155	0,0309
24	5	0,9231	0,9155	0,0075
25	6	0,9615	0,941	0,0206

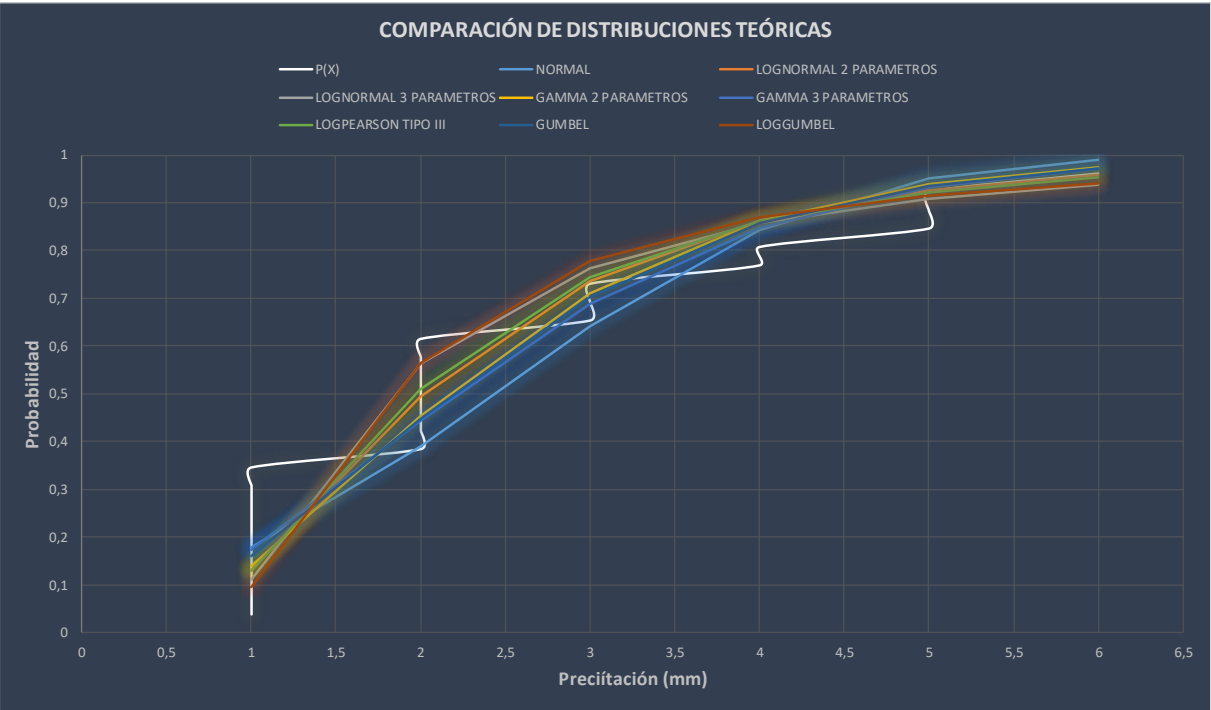
Δ teorico	0,2504	Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION JORGE BASADRE - DISTRIBUCIONES

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV - KOLGOMOROV

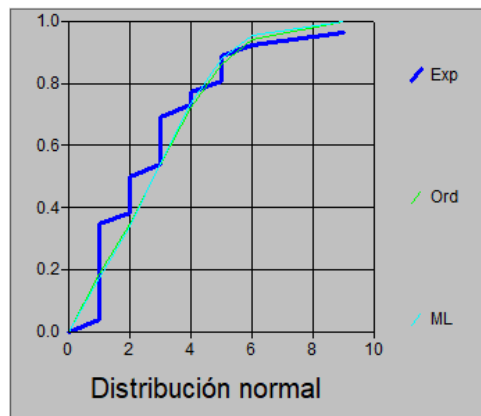
Δ TABULAR	Δ TEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES							
	DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III	DISTRIBUCION GUMBEL	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
0,272	0,2267	0,2137	0,2342	0,2067	0,17319	0,21645	0,1872	0,2504
MIN Δ	0,17319							



ESTACION CALANA - DISTRIBUCIONES

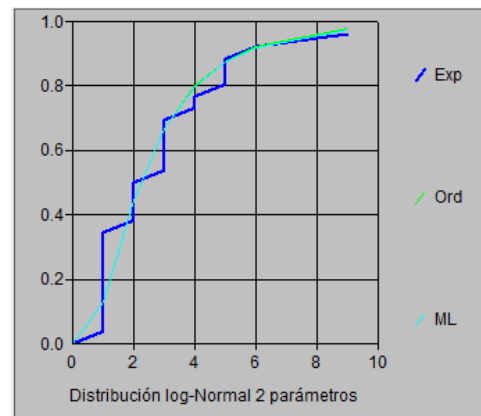
DISTRIBUCION NORMAL				
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,1865	0,1481
2	1	0,0769	0,1865	0,1096
3	1	0,1154	0,1865	0,0711
4	1	0,1538	0,1865	0,0327
5	1	0,1923	0,1865	0,0058
6	1	0,2308	0,1865	0,0442
7	1	0,2692	0,1865	0,0827
8	1	0,3077	0,1865	0,1212
9	1	0,3462	0,1865	0,1596
10	2	0,3846	0,3461	0,0385
11	2	0,4231	0,3461	0,077
12	2	0,4615	0,3461	0,1154
13	2	0,5	0,3461	0,1539
14	3	0,5385	0,5394	0,001
15	3	0,5769	0,5394	0,0375
16	3	0,6154	0,5394	0,076
17	3	0,6538	0,5394	0,1144
18	3	0,6923	0,5394	0,1529
19	4	0,7308	0,7237	0,0071
20	4	0,7692	0,7237	0,0455
21	5	0,8077	0,8619	0,0542
22	5	0,8462	0,8619	0,0157
23	5	0,8846	0,8619	0,0228
24	6	0,9231	0,9434	0,0203
25	9	0,9615	0,9989	0,0374

Δ teorico	0,1596	Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



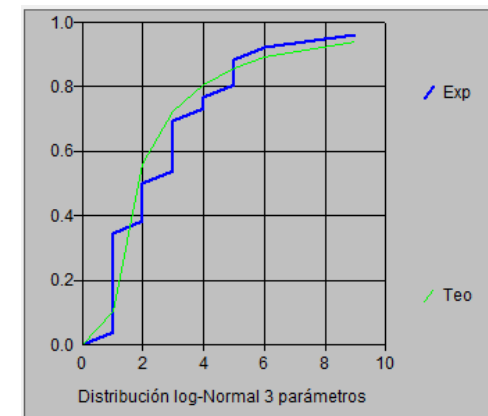
DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,1291	0,0906
2	1	0,0769	0,1291	0,0522
3	1	0,1154	0,1291	0,0137
4	1	0,1538	0,1291	0,0248
5	1	0,1923	0,1291	0,0632
6	1	0,2308	0,1291	0,1017
7	1	0,2692	0,1291	0,1402
8	1	0,3077	0,1291	0,1786
9	1	0,3462	0,1291	0,2171
10	2	0,3846	0,4428	0,0582
11	2	0,4231	0,4428	0,0197
12	2	0,4615	0,4428	0,0188
13	2	0,5	0,4428	0,0572
14	3	0,5385	0,6676	0,1292
15	3	0,5769	0,6676	0,0907
16	3	0,6154	0,6676	0,0522
17	3	0,6538	0,6676	0,0138
18	3	0,6923	0,6676	0,0247
19	4	0,7308	0,8004	0,0696
20	4	0,7692	0,8004	0,0311
21	5	0,8077	0,8771	0,0694
22	5	0,8462	0,8771	0,031
23	5	0,8846	0,8771	0,0075
24	6	0,9231	0,9222	0,0008
25	9	0,9615	0,9771	0,0156

Δ teorico	0,2171	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS					
m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	1	0,0385	-1,258	0,1042	0,0657
2	1	0,0769	-1,258	0,1042	0,0273
3	1	0,1154	-1,258	0,1042	0,0112
4	1	0,1538	-1,258	0,1042	0,0496
5	1	0,1923	-1,258	0,1042	0,0881
6	1	0,2308	-1,258	0,1042	0,1266
7	1	0,2692	-1,258	0,1042	0,165
8	1	0,3077	-1,258	0,1042	0,2035
9	1	0,3462	-1,258	0,1042	0,242
10	2	0,3846	0,1495	0,5594	0,1748
11	2	0,4231	0,1495	0,5594	0,1364
12	2	0,4615	0,1495	0,5594	0,0979
13	2	0,5	0,1495	0,5594	0,0594
14	3	0,5385	0,5973	0,7248	0,1864
15	3	0,5769	0,5973	0,7248	0,1479
16	3	0,6154	0,5973	0,7248	0,1095
17	3	0,6538	0,5973	0,7248	0,071
18	3	0,6923	0,5973	0,7248	0,0325
19	4	0,7308	0,8718	0,8083	0,0776
20	4	0,7692	0,8718	0,8083	0,0391
21	5	0,8077	1,0703	0,8578	0,0501
22	5	0,8462	1,0703	0,8578	0,0116
23	5	0,8846	1,0703	0,8578	0,0269
24	6	0,9231	1,2259	0,8899	0,0332
25	9	0,9615	1,557	0,9403	0,0213

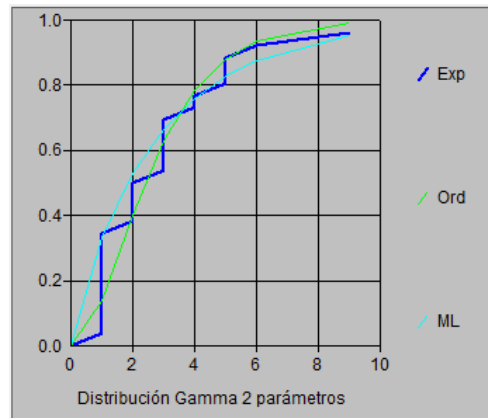
Δ teorico	0,242	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION CALANA - DISTRIBUCIONES

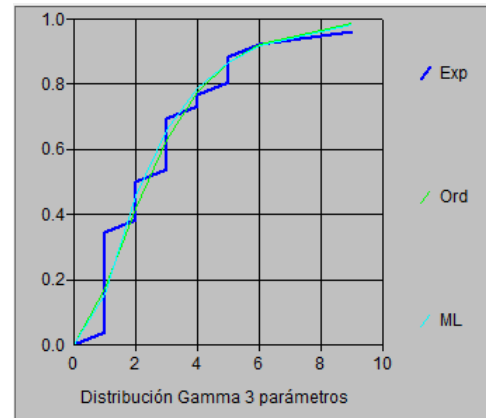
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,1378	0,0993
2	1	0,0769	0,1378	0,0609
3	1	0,1154	0,1378	0,0224
4	1	0,1538	0,1378	0,016
5	1	0,1923	0,1378	0,0545
6	1	0,2308	0,1378	0,093
7	1	0,2692	0,1378	0,1314
8	1	0,3077	0,1378	0,1699
9	1	0,3462	0,1378	0,2084
10	2	0,3846	0,4003	0,0157
11	2	0,4231	0,4003	0,0228
12	2	0,4615	0,4003	0,0612
13	2	0,5	0,4003	0,0997
14	3	0,5385	0,6281	0,0896
15	3	0,5769	0,6281	0,0512
16	3	0,6154	0,6281	0,0127
17	3	0,6538	0,6281	0,0257
18	3	0,6923	0,6281	0,0642
19	4	0,7308	0,7847	0,0539
20	4	0,7692	0,7847	0,0155
21	5	0,8077	0,8809	0,0732
22	5	0,8462	0,8809	0,0348
23	5	0,8846	0,8809	0,0037
24	6	0,9231	0,9362	0,0132
25	9	0,9615	0,9914	0,0298

Δ teorico	0,2084	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,27	



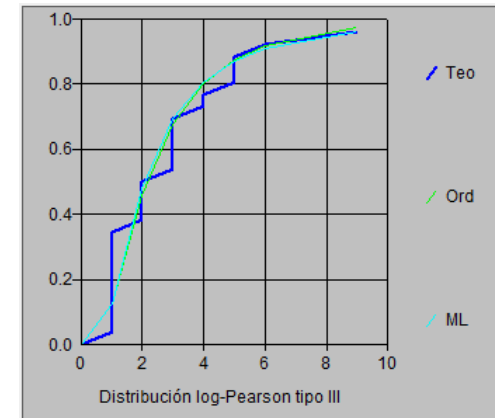
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,1715	0,1331
2	1	0,0769	0,1715	0,0946
3	1	0,1154	0,1715	0,0561
4	1	0,1538	0,1715	0,0177
5	1	0,1923	0,1715	0,0208
6	1	0,2308	0,1715	0,0592
7	1	0,2692	0,1715	0,0977
8	1	0,3077	0,1715	0,1362
9	1	0,3462	0,1715	0,1746
10	2	0,3846	0,4202	0,0356
11	2	0,4231	0,4202	0,0028
12	2	0,4615	0,4202	0,0413
13	2	0,5	0,4202	0,0798
14	3	0,5385	0,6286	0,0901
15	3	0,5769	0,6286	0,0517
16	3	0,6154	0,6286	0,0132
17	3	0,6538	0,6286	0,0252
18	3	0,6923	0,6286	0,0637
19	4	0,7308	0,7745	0,0437
20	4	0,7692	0,7745	0,0052
21	5	0,8077	0,8679	0,0602
22	5	0,8462	0,8679	0,0217
23	5	0,8846	0,8679	0,0167
24	6	0,9231	0,9246	0,0015
25	9	0,9615	0,9873	0,0258

Δ teorico	0,17463	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,1268	0,0883
2	1	0,0769	0,1268	0,0499
3	1	0,1154	0,1268	0,0114
4	1	0,1538	0,1268	0,0271
5	1	0,1923	0,1268	0,0655
6	1	0,2308	0,1268	0,104
7	1	0,2692	0,1268	0,1425
8	1	0,3077	0,1268	0,1809
9	1	0,3462	0,1268	0,2194
10	2	0,3846	0,4548	0,0702
11	2	0,4231	0,4548	0,0317
12	2	0,4615	0,4548	0,0067
13	2	0,5	0,4548	0,0452
14	3	0,5385	0,6767	0,1383
15	3	0,5769	0,6767	0,0998
16	3	0,6154	0,6767	0,0614
17	3	0,6538	0,6767	0,0229
18	3	0,6923	0,6767	0,0156
19	4	0,7308	0,8031	0,0723
20	4	0,7692	0,8031	0,0339
21	5	0,8077	0,8754	0,0677
22	5	0,8462	0,8754	0,0292
23	5	0,8846	0,8754	0,0093
24	6	0,9231	0,9182	0,0049
25	9	0,9615	0,9723	0,0108

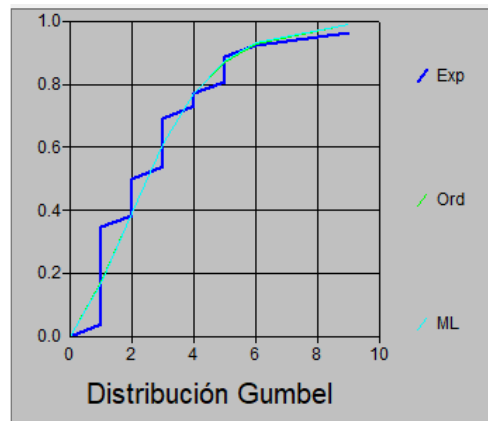
Δ teorico	0,21938	Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION CALANA - DISTRIBUCIONES

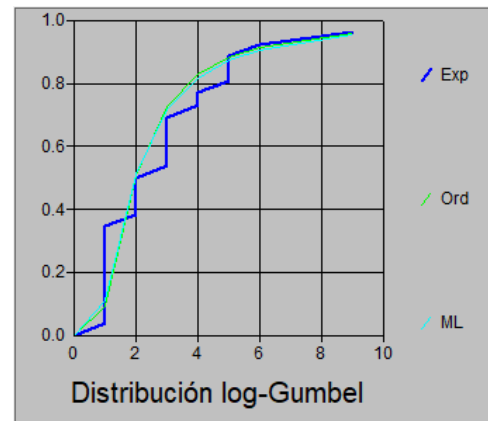
DISTRIBUCION GUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,1721	0,1336
2	1	0,0769	0,1721	0,0951
3	1	0,1154	0,1721	0,0567
4	1	0,1538	0,1721	0,0182
5	1	0,1923	0,1721	0,0202
6	1	0,2308	0,1721	0,0587
7	1	0,2692	0,1721	0,0972
8	1	0,3077	0,1721	0,1356
9	1	0,3462	0,1721	0,1741
10	2	0,3846	0,3934	0,0088
11	2	0,4231	0,3934	0,0297
12	2	0,4615	0,3934	0,0681
13	2	0,5	0,3934	0,1066
14	3	0,5385	0,6099	0,0714
15	3	0,5769	0,6099	0,0329
16	3	0,6154	0,6099	0,0055
17	3	0,6538	0,6099	0,044
18	3	0,6923	0,6099	0,0824
19	4	0,7308	0,7694	0,0386
20	4	0,7692	0,7694	0,0002
21	5	0,8077	0,8703	0,0626
22	5	0,8462	0,8703	0,0241
23	5	0,8846	0,8703	0,0144
24	6	0,9231	0,929	0,0059
25	9	0,9615	0,9891	0,0275

Δ teorico	0,1741	Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGGUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0912	0,0528
2	1	0,0769	0,0912	0,0143
3	1	0,1154	0,0912	0,0241
4	1	0,1538	0,0912	0,0626
5	1	0,1923	0,0912	0,1011
6	1	0,2308	0,0912	0,1395
7	1	0,2692	0,0912	0,178
8	1	0,3077	0,0912	0,2165
9	1	0,3462	0,0912	0,2549
10	2	0,3846	0,509	0,1244
11	2	0,4231	0,509	0,0859
12	2	0,4615	0,509	0,0475
13	2	0,5	0,509	0,009
14	3	0,5385	0,7247	0,1862
15	3	0,5769	0,7247	0,1477
16	3	0,6154	0,7247	0,1093
17	3	0,6538	0,7247	0,0708
18	3	0,6923	0,7247	0,0324
19	4	0,7308	0,8266	0,0958
20	4	0,7692	0,8266	0,0574
21	5	0,8077	0,881	0,0733
22	5	0,8462	0,881	0,0348
23	5	0,8846	0,881	0,0036
24	6	0,9231	0,9132	0,0099
25	9	0,9615	0,9576	0,0039

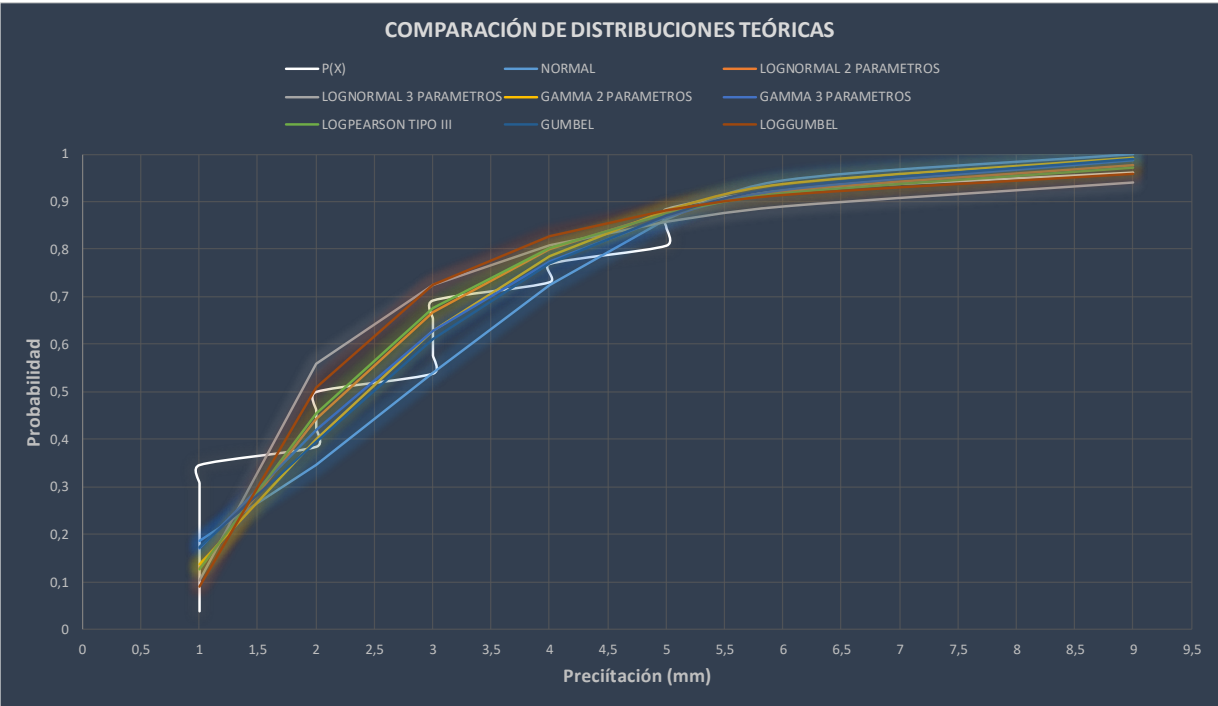
Δ teorico	0,2549	Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION CALANA - DISTRIBUCIONES

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV - KOLGOMOROV

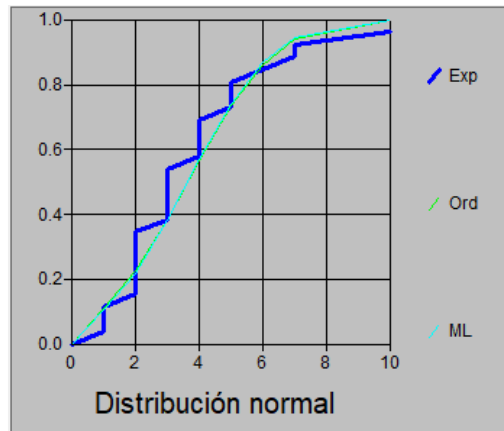
Δ TABULAR	Δ TEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES							
	DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III	DISTRIBUCION GUMBEL	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
0,272	0,1596	0,2171	0,242	0,2084	0,17463	0,21938	0,1741	0,2549
MIN Δ	0,1596							



ESTACION CALIENTES - DISTRIBUCIONES

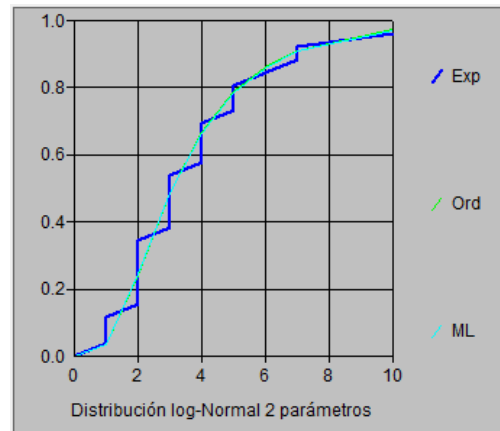
DISTRIBUCION NORMAL				
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,1126	0,0742
2	1	0,0769	0,1126	0,0357
3	1	0,1154	0,1126	0,0027
4	2	0,1538	0,2256	0,0718
5	2	0,1923	0,2256	0,0333
6	2	0,2308	0,2256	0,0051
7	2	0,2692	0,2256	0,0436
8	2	0,3077	0,2256	0,0821
9	2	0,3462	0,2256	0,1205
10	3	0,3846	0,3844	0,0002
11	3	0,4231	0,3844	0,0387
12	3	0,4615	0,3844	0,0771
13	3	0,5	0,3844	0,1156
14	3	0,5385	0,3844	0,1541
15	4	0,5769	0,5657	0,0113
16	4	0,6154	0,5657	0,0497
17	4	0,6538	0,5657	0,0882
18	4	0,6923	0,5657	0,1266
19	5	0,7308	0,7339	0,0031
20	5	0,7692	0,7339	0,0353
21	5	0,8077	0,7339	0,0738
22	6	0,8462	0,8608	0,0147
23	7	0,8846	0,9386	0,054
24	7	0,9231	0,9386	0,0155
25	10	0,9615	0,9983	0,0367

Δ teorico	0,1541	Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



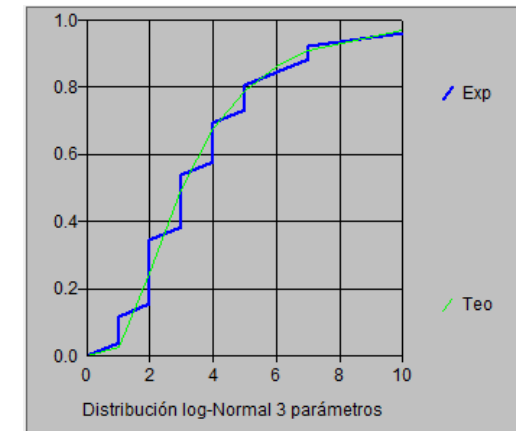
DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0342	0,0042
2	1	0,0769	0,0342	0,0427
3	1	0,1154	0,0342	0,0812
4	2	0,1538	0,2436	0,0897
5	2	0,1923	0,2436	0,0512
6	2	0,2308	0,2436	0,0128
7	2	0,2692	0,2436	0,0257
8	2	0,3077	0,2436	0,0641
9	2	0,3462	0,2436	0,1026
10	3	0,3846	0,4858	0,1012
11	3	0,4231	0,4858	0,0627
12	3	0,4615	0,4858	0,0243
13	3	0,5	0,4858	0,0142
14	3	0,5385	0,4858	0,0526
15	4	0,5769	0,6672	0,0903
16	4	0,6154	0,6672	0,0519
17	4	0,6538	0,6672	0,0134
18	4	0,6923	0,6672	0,0251
19	5	0,7308	0,7867	0,056
20	5	0,7692	0,7867	0,0175
21	5	0,8077	0,7867	0,0209
22	6	0,8462	0,8625	0,0164
23	7	0,8846	0,9103	0,0256
24	7	0,9231	0,9103	0,0128
25	10	0,9615	0,9727	0,0112

Δ teorico	0,1026	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS					
m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	1	0,0385	-1,9175	0,0276	0,0109
2	1	0,0769	-1,9175	0,0276	0,0493
3	1	0,1154	-1,9175	0,0276	0,0878
4	2	0,1538	-0,6836	0,2471	0,0933
5	2	0,1923	-0,6836	0,2471	0,0548
6	2	0,2308	-0,6836	0,2471	0,0164
7	2	0,2692	-0,6836	0,2471	0,0221
8	2	0,3077	-0,6836	0,2471	0,0606
9	2	0,3462	-0,6836	0,2471	0,099
10	3	0,3846	-0,0113	0,4955	0,1109
11	3	0,4231	-0,0113	0,4955	0,0724
12	3	0,4615	-0,0113	0,4955	0,034
13	3	0,5	-0,0113	0,4955	0,0045
14	3	0,5385	-0,0113	0,4955	0,0429
15	4	0,5769	0,4534	0,6749	0,098
16	4	0,6154	0,4534	0,6749	0,0595
17	4	0,6538	0,4534	0,6749	0,021
18	4	0,6923	0,4534	0,6749	0,0174
19	5	0,7308	0,8089	0,7907	0,0599
20	5	0,7692	0,8089	0,7907	0,0215
21	5	0,8077	0,8089	0,7907	0,017
22	6	0,8462	1,0969	0,8637	0,0175
23	7	0,8846	1,3389	0,9097	0,0251
24	7	0,9231	1,3389	0,9097	0,0134
25	10	0,9615	1,895	0,971	0,0094

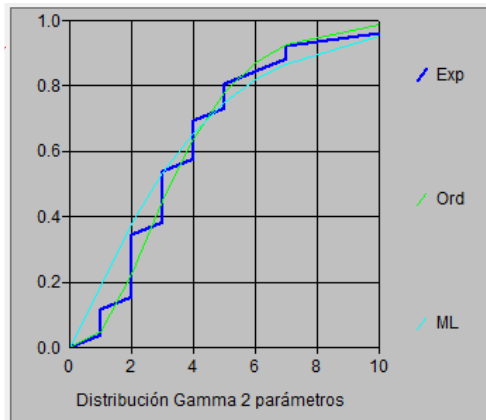
Δ teorico	0,1109	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION CALIENTES - DISTRIBUCIONES

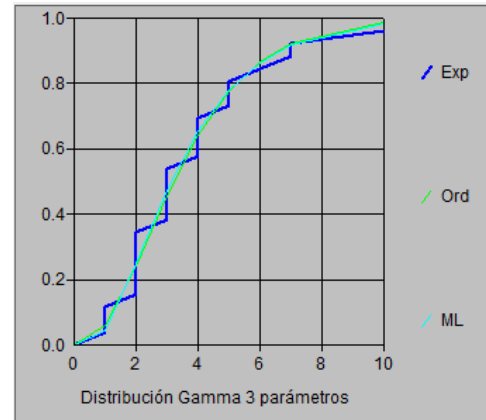
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0485	0,01
2	1	0,0769	0,0485	0,0284
3	1	0,1154	0,0485	0,0669
4	2	0,1538	0,2251	0,0713
5	2	0,1923	0,2251	0,0328
6	2	0,2308	0,2251	0,0056
7	2	0,2692	0,2251	0,0441
8	2	0,3077	0,2251	0,0826
9	2	0,3462	0,2251	0,121
10	3	0,3846	0,4467	0,0621
11	3	0,4231	0,4467	0,0236
12	3	0,4615	0,4467	0,0148
13	3	0,5	0,4467	0,0533
14	3	0,5385	0,4467	0,0918
15	4	0,5769	0,6398	0,0629
16	4	0,6154	0,6398	0,0244
17	4	0,6538	0,6398	0,0141
18	4	0,6923	0,6398	0,0525
19	5	0,7308	0,7804	0,0497
20	5	0,7692	0,7804	0,0112
21	5	0,8077	0,7804	0,0272
22	6	0,8462	0,8725	0,0264
23	7	0,8846	0,9287	0,0441
24	7	0,9231	0,9287	0,0056
25	10	0,9615	0,9893	0,0277

Δ teórico	0,121	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



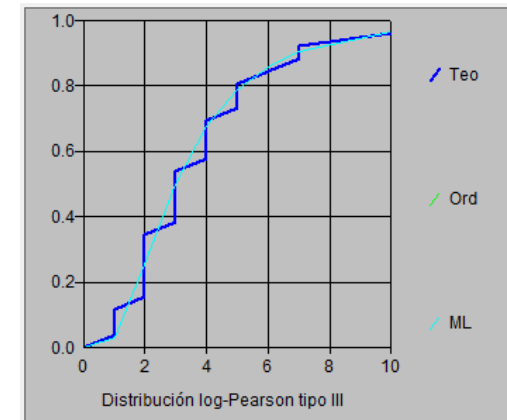
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0596	0,0211
2	1	0,0769	0,0596	0,0174
3	1	0,1154	0,0596	0,0558
4	2	0,1538	0,2415	0,0877
5	2	0,1923	0,2415	0,0492
6	2	0,2308	0,2415	0,0108
7	2	0,2692	0,2415	0,0277
8	2	0,3077	0,2415	0,0662
9	2	0,3462	0,2415	0,1046
10	3	0,3846	0,456	0,0714
11	3	0,4231	0,456	0,0329
12	3	0,4615	0,456	0,0055
13	3	0,5	0,456	0,044
14	3	0,5385	0,456	0,0825
15	4	0,5769	0,64	0,063
16	4	0,6154	0,64	0,0246
17	4	0,6538	0,64	0,0139
18	4	0,6923	0,64	0,0523
19	5	0,7308	0,7749	0,0441
20	5	0,7692	0,7749	0,0056
21	5	0,8077	0,7749	0,0328
22	6	0,8462	0,865	0,0189
23	7	0,8846	0,9216	0,037
24	7	0,9231	0,9216	0,0015
25	10	0,9615	0,9865	0,025

Δ teórico	0,10462	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0	0,0385
2	1	0,0769	0	0,0769
3	1	0,1154	0	0,1154
4	2	0,1538	0	0,1538
5	2	0,1923	0	0,1923
6	2	0,2308	0	0,2308
7	2	0,2692	0	0,2692
8	2	0,3077	0	0,3077
9	2	0,3462	0	0,3462
10	3	0,3846	0	0,3846
11	3	0,4231	0	0,4231
12	3	0,4615	0	0,4615
13	3	0,5	0	0,5
14	3	0,5385	0	0,5385
15	4	0,5769	0	0,5769
16	4	0,6154	0	0,6154
17	4	0,6538	0	0,6538
18	4	0,6923	0	0,6923
19	5	0,7308	0	0,7308
20	5	0,7692	0	0,7692
21	5	0,8077	0	0,8077
22	6	0,8462	0	0,8462
23	7	0,8846	0	0,8846
24	7	0,9231	0	0,9231
25	10	0,9615	0	0,9615

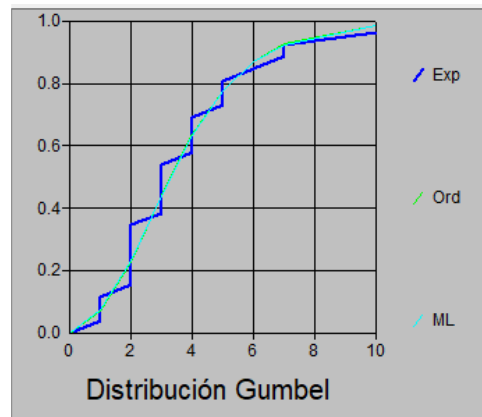
Δ teórico	Los parámetros: X_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3	
Δ tabular		



ESTACION CALIENTES - DISTRIBUCIONES

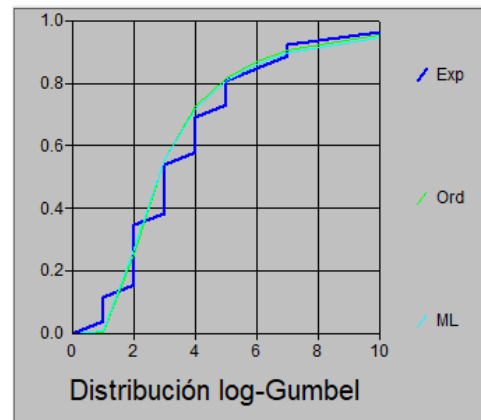
DISTRIBUCION GUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,07	0,0315
2	1	0,0769	0,07	0,0069
3	1	0,1154	0,07	0,0454
4	2	0,1538	0,2287	0,0749
5	2	0,1923	0,2287	0,0364
6	2	0,2308	0,2287	0,0021
7	2	0,2692	0,2287	0,0405
8	2	0,3077	0,2287	0,079
9	2	0,3462	0,2287	0,1175
10	3	0,3846	0,4411	0,0564
11	3	0,4231	0,4411	0,018
12	3	0,4615	0,4411	0,0205
13	3	0,5	0,4411	0,0589
14	3	0,5385	0,4411	0,0974
15	4	0,5769	0,635	0,0581
16	4	0,6154	0,635	0,0196
17	4	0,6538	0,635	0,0189
18	4	0,6923	0,635	0,0573
19	5	0,7308	0,7773	0,0465
20	5	0,7692	0,7773	0,008
21	5	0,8077	0,7773	0,0304
22	6	0,8462	0,8695	0,0234
23	7	0,8846	0,9254	0,0407
24	7	0,9231	0,9254	0,0023
25	10	0,9615	0,9868	0,0253

Δ teorico	0,1175	Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGGUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,003	0,0355
2	1	0,0769	0,003	0,0739
3	1	0,1154	0,003	0,1124
4	2	0,1538	0,2544	0,1005
5	2	0,1923	0,2544	0,0621
6	2	0,2308	0,2544	0,0236
7	2	0,2692	0,2544	0,0149
8	2	0,3077	0,2544	0,0533
9	2	0,3462	0,2544	0,0918
10	3	0,3846	0,5556	0,171
11	3	0,4231	0,5556	0,1326
12	3	0,4615	0,5556	0,0941
13	3	0,5	0,5556	0,0556
14	3	0,5385	0,5556	0,0172
15	4	0,5769	0,7243	0,1474
16	4	0,6154	0,7243	0,109
17	4	0,6538	0,7243	0,0705
18	4	0,6923	0,7243	0,032
19	5	0,7308	0,8167	0,0859
20	5	0,7692	0,8167	0,0475
21	5	0,8077	0,8167	0,009
22	6	0,8462	0,8707	0,0246
23	7	0,8846	0,9045	0,0199
24	7	0,9231	0,9045	0,0186
25	10	0,9615	0,9534	0,0081

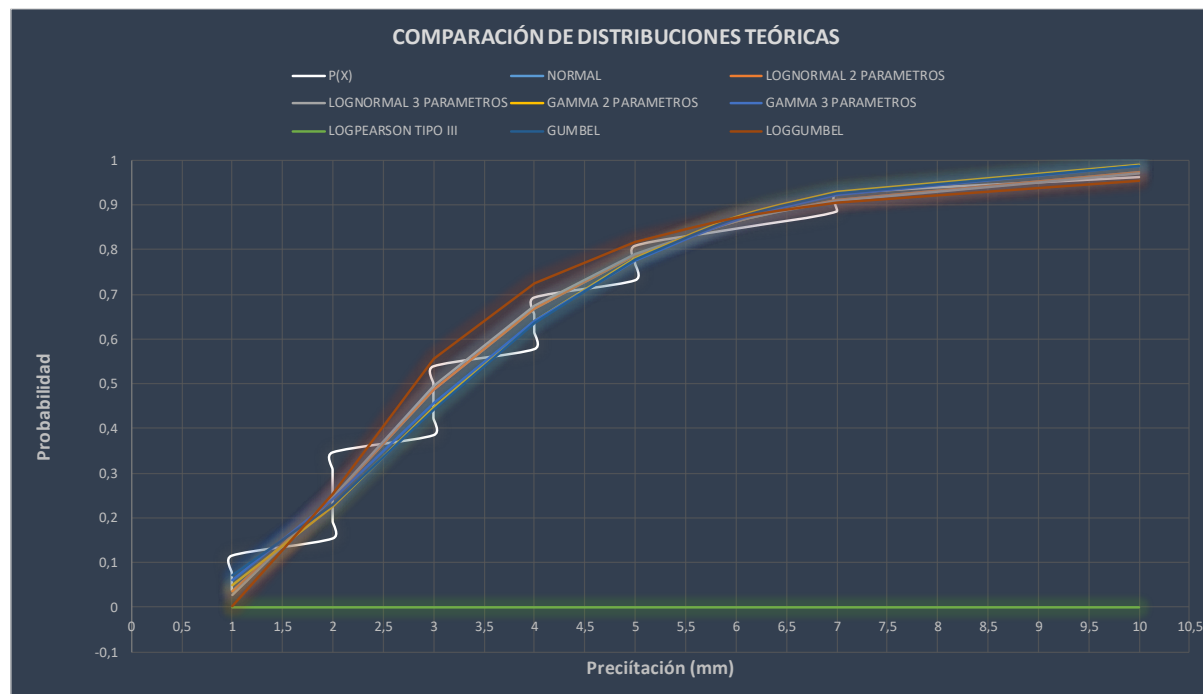
Δ teorico	0,171	Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION CALIENTES - DISTRIBUCIONES

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV - KOLGOMOROV

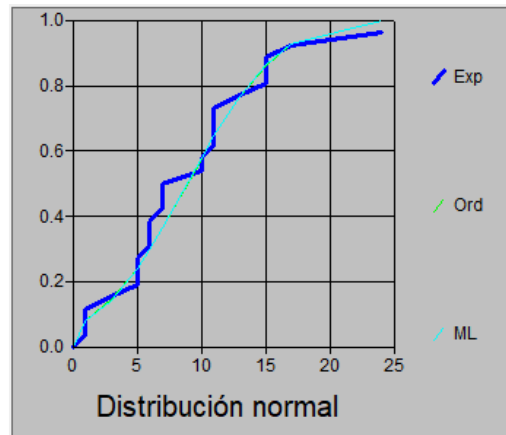
Δ TABULAR	ATEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES							
	DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III	DISTRIBUCION GUMBEL	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
0,272	0,1541	0,1026	0,1109	0,121	0,10462	inarios, son incorrectos, por lo qu	0,1175	0,171
MIN Δ	0,1026							



ESTACION PALCA - DISTRIBUCIONES

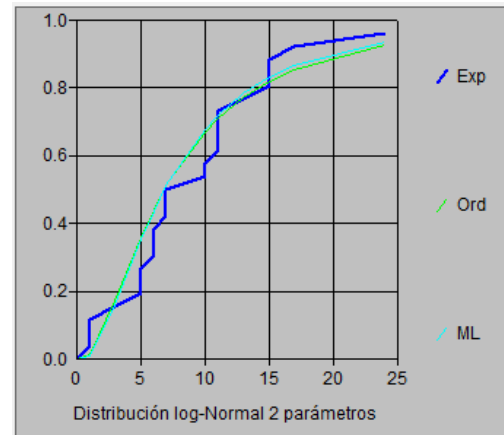
DISTRIBUCION NORMAL				
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0777	0,0392
2	1	0,0769	0,0777	0,0008
3	1	0,1154	0,0777	0,0377
4	3	0,1538	0,1441	0,0097
5	5	0,1923	0,241	0,0487
6	5	0,2308	0,241	0,0102
7	5	0,2692	0,241	0,0283
8	6	0,3077	0,3002	0,0075
9	6	0,3462	0,3002	0,0459
10	6	0,3846	0,3002	0,0844
11	7	0,4231	0,3653	0,0578
12	7	0,4615	0,3653	0,0963
13	7	0,5	0,3653	0,1347
14	10	0,5385	0,5768	0,0383
15	10	0,5769	0,5768	0,0001
16	11	0,6154	0,6455	0,0301
17	11	0,6538	0,6455	0,0084
18	11	0,6923	0,6455	0,0468
19	11	0,7308	0,6455	0,0853
20	13	0,7692	0,7679	0,0014
21	15	0,8077	0,8623	0,0546
22	15	0,8462	0,8623	0,0161
23	15	0,8846	0,8623	0,0223
24	17	0,9231	0,9264	0,0033
25	24	0,9615	0,9966	0,035

Δ teorico	0,1347	Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



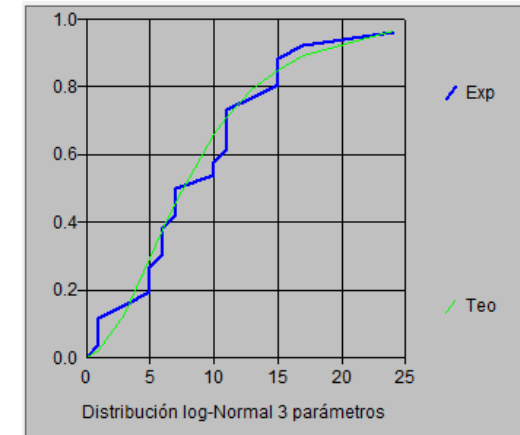
DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0132	0,0253
2	1	0,0769	0,0132	0,0637
3	1	0,1154	0,0132	0,1022
4	3	0,1538	0,1709	0,017
5	5	0,1923	0,3592	0,1669
6	5	0,2308	0,3592	0,1284
7	5	0,2692	0,3592	0,09
8	6	0,3077	0,4404	0,1327
9	6	0,3462	0,4404	0,0943
10	6	0,3846	0,4404	0,0558
11	7	0,4231	0,5113	0,0882
12	7	0,4615	0,5113	0,0497
13	7	0,5	0,5113	0,0113
14	10	0,5385	0,6702	0,1317
15	10	0,5769	0,6702	0,0932
16	11	0,6154	0,709	0,0936
17	11	0,6538	0,709	0,0552
18	11	0,6923	0,709	0,0167
19	11	0,7308	0,709	0,0218
20	13	0,7692	0,7714	0,0022
21	15	0,8077	0,8183	0,0106
22	15	0,8462	0,8183	0,0279
23	15	0,8846	0,8183	0,0663
24	17	0,9231	0,8539	0,0691
25	24	0,9615	0,9267	0,0348

Δ teorico	0,1669	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS					
m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	1	0,0385	-2,0132	0,022	0,0164
2	1	0,0769	-2,0132	0,022	0,0549
3	1	0,1154	-2,0132	0,022	0,0933
4	3	0,1538	-1,1375	0,1277	0,0262
5	5	0,1923	-0,547	0,2922	0,0999
6	5	0,2308	-0,547	0,2922	0,0614
7	5	0,2692	-0,547	0,2922	0,023
8	6	0,3077	-0,3104	0,3781	0,0704
9	6	0,3462	-0,3104	0,3781	0,032
10	6	0,3846	-0,3104	0,3781	0,0065
11	7	0,4231	-0,1009	0,4598	0,0368
12	7	0,4615	-0,1009	0,4598	0,0017
13	7	0,5	-0,1009	0,4598	0,0402
14	10	0,5385	0,4138	0,6605	0,122
15	10	0,5769	0,4138	0,6605	0,0836
16	11	0,6154	0,5577	0,7115	0,0961
17	11	0,6538	0,5577	0,7115	0,0576
18	11	0,6923	0,5577	0,7115	0,0192
19	11	0,7308	0,5577	0,7115	0,0193
20	13	0,7692	0,8154	0,7926	0,0233
21	15	0,8077	1,0414	0,8511	0,0435
22	15	0,8462	1,0414	0,8511	0,005
23	15	0,8846	1,0414	0,8511	0,0335
24	17	0,9231	1,2425	0,893	0,0301
25	24	0,9615	1,8115	0,965	0,0034

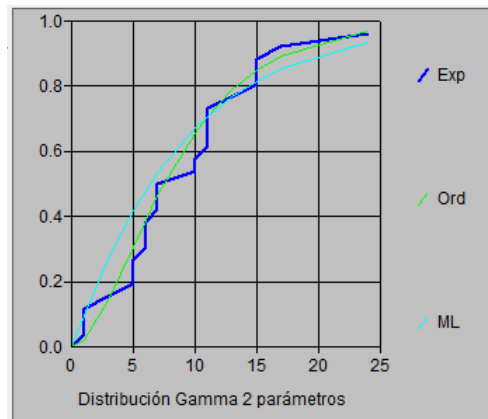
Δ teorico	0,122	Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION PALCA - DISTRIBUCIONES

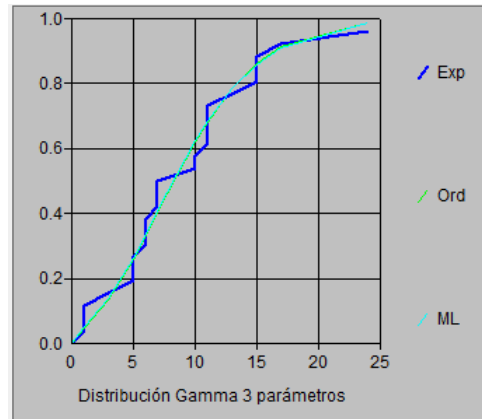
DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0209	0,0176
2	1	0,0769	0,0209	0,056
3	1	0,1154	0,0209	0,0945
4	3	0,1538	0,1442	0,0097
5	5	0,1923	0,3065	0,1142
6	5	0,2308	0,3065	0,0758
7	5	0,2692	0,3065	0,0373
8	6	0,3077	0,3873	0,0796
9	6	0,3462	0,3873	0,0412
10	6	0,3846	0,3873	0,0027
11	7	0,4231	0,4638	0,0407
12	7	0,4615	0,4638	0,0022
13	7	0,5	0,4638	0,0362
14	10	0,5385	0,6554	0,117
15	10	0,5769	0,6554	0,0785
16	11	0,6154	0,7059	0,0905
17	11	0,6538	0,7059	0,052
18	11	0,6923	0,7059	0,0136
19	11	0,7308	0,7059	0,0249
20	13	0,7692	0,7884	0,0191
21	15	0,8077	0,8498	0,0421
22	15	0,8462	0,8498	0,0036
23	15	0,8846	0,8498	0,0349
24	17	0,9231	0,8945	0,0286
25	24	0,9615	0,9712	0,0097

Δ teorico	0,117	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



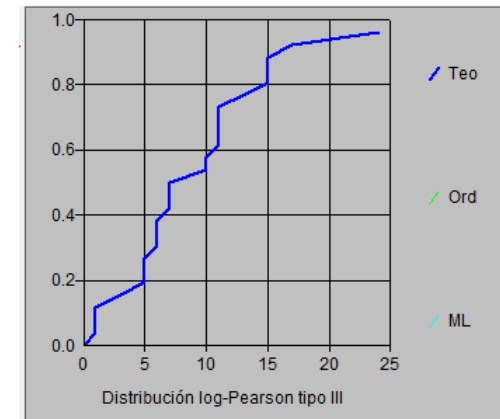
DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0492	0,0107
2	1	0,0769	0,0492	0,0278
3	1	0,1154	0,0492	0,0662
4	3	0,1538	0,1325	0,0213
5	5	0,1923	0,2578	0,0655
6	5	0,2308	0,2578	0,0271
7	5	0,2692	0,2578	0,0114
8	6	0,3077	0,3306	0,0229
9	6	0,3462	0,3306	0,0156
10	6	0,3846	0,3306	0,054
11	7	0,4231	0,406	0,0171
12	7	0,4615	0,406	0,0555
13	7	0,5	0,406	0,094
14	10	0,5385	0,6215	0,0831
15	10	0,5769	0,6215	0,0446
16	11	0,6154	0,6833	0,0679
17	11	0,6538	0,6833	0,0295
18	11	0,6923	0,6833	0,009
19	11	0,7308	0,6833	0,0474
20	13	0,7692	0,7864	0,0172
21	15	0,8077	0,8623	0,0546
22	15	0,8462	0,8623	0,0161
23	15	0,8846	0,8623	0,0223
24	17	0,9231	0,9146	0,0085
25	24	0,9615	0,9875	0,026

Δ teorico	0,09399	Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0	0,0385
2	1	0,0769	0	0,0769
3	1	0,1154	0	0,1154
4	3	0,1538	0	0,1538
5	5	0,1923	0	0,1923
6	5	0,2308	0	0,2308
7	5	0,2692	0	0,2692
8	6	0,3077	0	0,3077
9	6	0,3462	0	0,3462
10	6	0,3846	0	0,3846
11	7	0,4231	0	0,4231
12	7	0,4615	0	0,4615
13	7	0,5	0	0,5
14	10	0,5385	0	0,5385
15	10	0,5769	0	0,5769
16	11	0,6154	0	0,6154
17	11	0,6538	0	0,6538
18	11	0,6923	0	0,6923
19	11	0,7308	0	0,7308
20	13	0,7692	0	0,7692
21	15	0,8077	0	0,8077
22	15	0,8462	0	0,8462
23	15	0,8846	0	0,8846
24	17	0,9231	0	0,9231
25	24	0,9615	0	0,9615

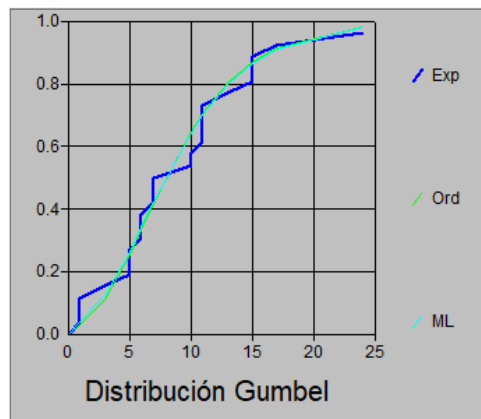
Δ teorico	Los parámetros: X_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3	
Δ tabular		



ESTACION PALCA - DISTRIBUCIONES

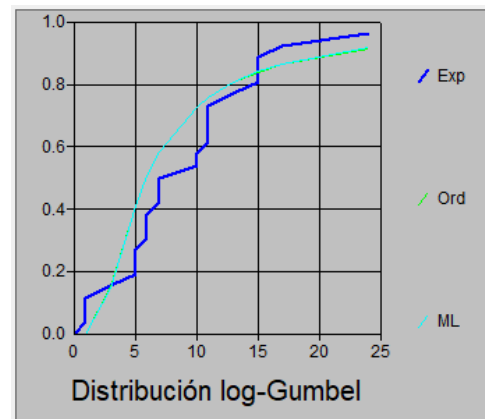
DISTRIBUCION GUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,031	0,0074
2	1	0,0769	0,031	0,0459
3	1	0,1154	0,031	0,0844
4	3	0,1538	0,1117	0,0421
5	5	0,1923	0,2507	0,0584
6	5	0,2308	0,2507	0,0199
7	5	0,2692	0,2507	0,0185
8	6	0,3077	0,3331	0,0254
9	6	0,3462	0,3331	0,013
10	6	0,3846	0,3331	0,0515
11	7	0,4231	0,4176	0,0055
12	7	0,4615	0,4176	0,044
13	7	0,5	0,4176	0,0824
14	10	0,5385	0,6454	0,1069
15	10	0,5769	0,6454	0,0684
16	11	0,6154	0,7061	0,0908
17	11	0,6538	0,7061	0,0523
18	11	0,6923	0,7061	0,0138
19	11	0,7308	0,7061	0,0246
20	13	0,7692	0,8028	0,0336
21	15	0,8077	0,8706	0,0629
22	15	0,8462	0,8706	0,0244
23	15	0,8846	0,8706	0,0141
24	17	0,9231	0,9162	0,0069
25	24	0,9615	0,9827	0,0211

Δ teorico	0,1069	Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



DISTRIBUCION LOGGUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	1	0,0385	0,0001	0,0384
2	1	0,0769	0,0001	0,0769
3	1	0,1154	0,0001	0,1153
4	3	0,1538	0,1495	0,0044
5	5	0,1923	0,41	0,2177
6	5	0,2308	0,41	0,1792
7	5	0,2692	0,41	0,1408
8	6	0,3077	0,5064	0,1987
9	6	0,3462	0,5064	0,1602
10	6	0,3846	0,5064	0,1218
11	7	0,4231	0,5819	0,1588
12	7	0,4615	0,5819	0,1203
13	7	0,5	0,5819	0,0819
14	10	0,5385	0,7267	0,1883
15	10	0,5769	0,7267	0,1498
16	11	0,6154	0,7579	0,1426
17	11	0,6538	0,7579	0,1041
18	11	0,6923	0,7579	0,0656
19	11	0,7308	0,7579	0,0272
20	13	0,7692	0,8054	0,0362
21	15	0,8077	0,8394	0,0317
22	15	0,8462	0,8394	0,0067
23	15	0,8846	0,8394	0,0452
24	17	0,9231	0,8647	0,0584
25	24	0,9615	0,9165	0,0451

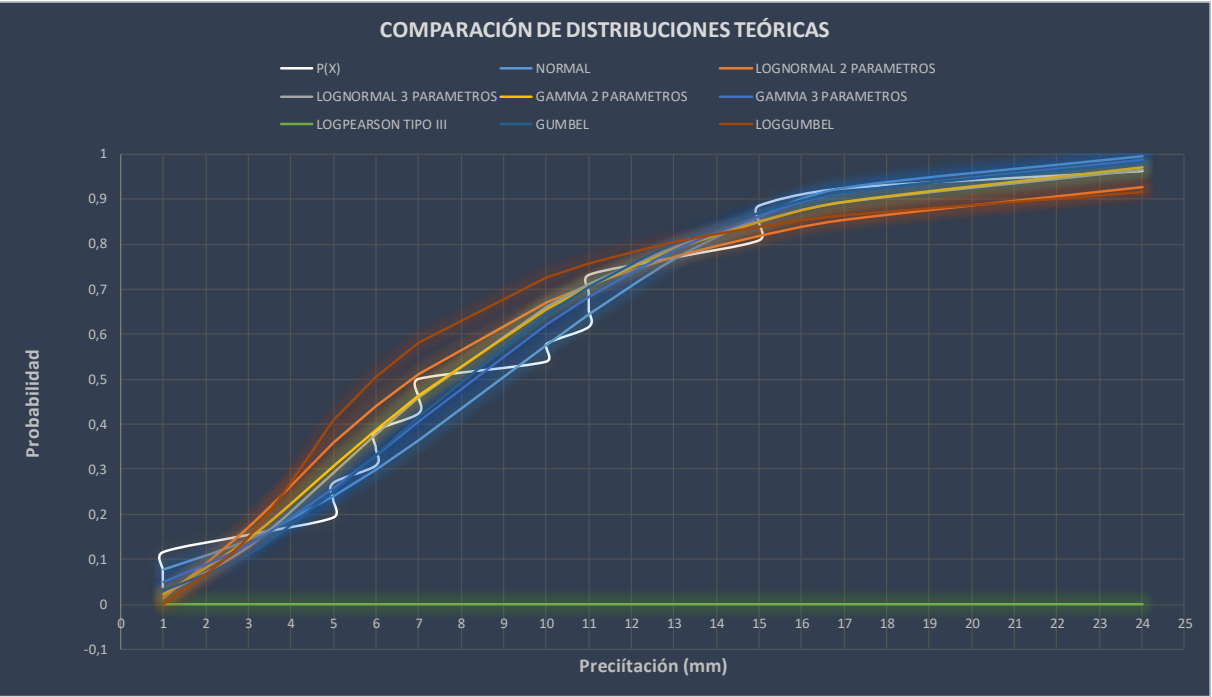
Δ teorico	0,2177	Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%
Δ tabular	0,272	



ESTACION PALCA - DISTRIBUCIONES

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV - KOLGOMOROV

Δ TABULAR	ΔTEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES							
	DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III	DISTRIBUCION GUMBEL	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
0,272	0,1347	0,1669	0,122	0,117	0,09399	arios, son incorrectos, por lo qu	0,1069	0,2177
MIN Δ	0,09399							



PRECIPITACIÓN MÁXIMA PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

ESTACION JORGE BASADRE

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución Gamma 3 Parametros X^t
2	0,500	0,500	2,21
5	0,200	0,800	3,63
10	0,100	0,900	4,52
25	0,040	0,960	5,59
50	0,020	0,980	6,34
100	0,010	0,990	7,05
200	0,005	0,995	7,74
500	0,002	0,998	8,62
1000	0,001	0,999	9,26

Relacion entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos

Número de Intervalo de Observacion	Relación
1	1,13
2	1,04
3-4	1,03
5-8	1,02
9-24	1,01

Fuente: Hidrología para ingenieros (Linsley, Kohler y Paulhus)

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución Gamma 3 Parametros X^t
2	0,500	0,500	2,4973
5	0,200	0,800	4,1019
10	0,100	0,900	5,1076
25	0,040	0,960	6,3167
50	0,020	0,980	7,1642
100	0,010	0,990	7,9665
200	0,005	0,995	8,7462
500	0,002	0,998	9,7406
1000	0,001	0,999	10,4638

ESTACION CALANA

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución Normal X^t
2	0,500	0,500	2,8
5	0,200	0,800	4,5
10	0,100	0,900	5,39
25	0,040	0,960	6,34
50	0,020	0,980	6,95
100	0,010	0,990	7,5
200	0,005	0,995	8,01
500	0,002	0,998	8,62
1000	0,001	0,999	9,05

Relacion entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos

Número de Intervalo de Observacion	Relación
1	1,13
2	1,04
3-4	1,03
5-8	1,02
9-24	1,01

Fuente: Hidrología para ingenieros (Linsley, Kohler y Paulhus)

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución Normal X^t
2	0,500	0,500	3,164
5	0,200	0,800	5,085
10	0,100	0,900	6,0907
25	0,040	0,960	7,1642
50	0,020	0,980	7,8535
100	0,010	0,990	8,475
200	0,005	0,995	9,0513
500	0,002	0,998	9,7406
1000	0,001	0,999	10,2265

ESTACION CALIENTES

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución LogNormal 2 Parametros X^t
2	0,500	0,500	3,07
5	0,200	0,800	5,14
10	0,100	0,900	6,74
25	0,040	0,960	9
50	0,020	0,980	10,84
100	0,010	0,990	12,82
200	0,005	0,995	14,95
500	0,002	0,998	18
1000	0,001	0,999	20,51

Relacion entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos

Número de Intervalo de Observacion	Relación
1	1,13
2	1,04
3-4	1,03
5-8	1,02
9-24	1,01

Fuente: Hidrología para ingenieros (Linsley, Kohler y Paulhus)

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución LogNormal 2 Parametros X^t
2	0,500	0,500	3,4691
5	0,200	0,800	5,8082
10	0,100	0,900	7,6162
25	0,040	0,960	10,17
50	0,020	0,980	12,2492
100	0,010	0,990	14,4866
200	0,005	0,995	16,8935
500	0,002	0,998	20,34
1000	0,001	0,999	23,1763

ESTACION PALCA

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución Gamma 3 Parametros X^t
2	0,500	0,500	8,25
5	0,200	0,800	13,31
10	0,100	0,900	16,35
25	0,040	0,960	19,91
50	0,020	0,980	22,39
100	0,010	0,990	24,73
200	0,005	0,995	26,97
500	0,002	0,998	29,79
1000	0,001	0,999	31,82

Relacion entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos

Número de Intervalo de Observacion	Relación
1	1,13
2	1,04
3-4	1,03
5-8	1,02
9-24	1,01

Fuente: Hidrología para ingenieros (Linsley, Kohler y Paulhus)

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

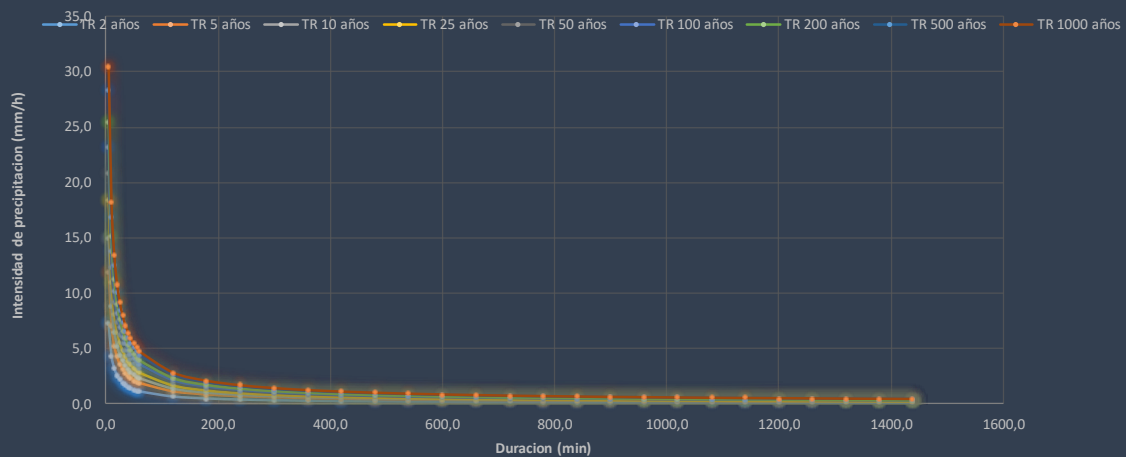
T (años)	Probabilidad de excedencia $P=F(x)$	Probabilidad de no excedencia $1-F(x)$	Distribución Gamma 3 Parametros X^t
2	0,500	0,500	9,3225
5	0,200	0,800	15,0403
10	0,100	0,900	18,4755
25	0,040	0,960	22,4983
50	0,020	0,980	25,3007
100	0,010	0,990	27,9449
200	0,005	0,995	30,4761
500	0,002	0,998	33,6627
1000	0,001	0,999	35,9566

CURVAS IDF DICK Y PESHCKE – ESTACIÓN JORGE BASADRE

Modelo de Dick Peschke

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)								
	2,50	4,10	5,11	6,32	7,16	7,97	8,75	9,74	10,46
	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Precipitación (mm)									
5	0,61	1,00	1,24	1,53	1,74	1,93	2,12	2,36	2,54
10	0,72	1,18	1,47	1,82	2,07	2,30	2,52	2,81	3,02
15	0,80	1,31	1,63	2,02	2,29	2,55	2,79	3,11	3,34
20	0,86	1,41	1,75	2,17	2,46	2,73	3,00	3,34	3,59
25	0,91	1,49	1,85	2,29	2,60	2,89	3,17	3,54	3,80
30	0,95	1,56	1,94	2,40	2,72	3,03	3,32	3,70	3,98
35	0,99	1,62	2,02	2,49	2,83	3,15	3,45	3,85	4,13
40	1,02	1,67	2,09	2,58	2,92	3,25	3,57	3,98	4,27
45	1,05	1,72	2,15	2,66	3,01	3,35	3,68	4,10	4,40
50	1,08	1,77	2,20	2,73	3,09	3,44	3,78	4,20	4,52
55	1,10	1,81	2,26	2,79	3,17	3,52	3,87	4,31	4,63
60	1,13	1,85	2,31	2,85	3,24	3,60	3,95	4,40	4,73
120	1,34	2,20	2,74	3,39	3,85	4,28	4,70	5,23	5,62
180	1,48	2,44	3,04	3,76	4,26	4,74	5,20	5,79	6,22
240	1,60	2,62	3,26	4,04	4,58	5,09	5,59	6,22	6,69
300	1,69	2,77	3,45	4,27	4,84	5,38	5,91	6,58	7,07
360	1,77	2,90	3,61	4,47	5,07	5,63	6,18	6,89	7,40
420	1,84	3,01	3,75	4,64	5,26	5,85	6,43	7,16	7,69
480	1,90	3,12	3,88	4,80	5,44	6,05	6,65	7,40	7,95
540	1,95	3,21	4,00	4,94	5,61	6,23	6,84	7,62	8,19
600	2,01	3,30	4,10	5,08	5,76	6,40	7,03	7,83	8,41
660	2,05	3,38	4,20	5,20	5,89	6,55	7,20	8,01	8,61
720	2,10	3,45	4,29	5,31	6,02	6,70	7,35	8,19	8,80
780	2,14	3,52	4,38	5,42	6,15	6,83	7,50	8,36	8,98
840	2,18	3,58	4,46	5,52	6,26	6,96	7,64	8,51	9,14
900	2,22	3,65	4,54	5,62	6,37	7,08	7,78	8,66	9,30
960	2,26	3,71	4,62	5,71	6,47	7,20	7,90	8,80	9,46
1020	2,29	3,76	4,69	5,79	6,57	7,31	8,02	8,94	9,60
1080	2,32	3,82	4,75	5,88	6,67	7,41	8,14	9,06	9,74
1140	2,36	3,87	4,82	5,96	6,76	7,51	8,25	9,19	9,87
1200	2,39	3,92	4,88	6,04	6,84	7,61	8,36	9,31	10,00
1260	2,42	3,97	4,94	6,11	6,93	7,70	8,46	9,42	10,12
1320	2,44	4,01	5,00	6,18	7,01	7,80	8,56	9,53	10,24
1380	2,47	4,06	5,05	6,25	7,09	7,88	8,65	9,64	10,35
1440	2,50	4,10	5,11	6,32	7,16	7,97	8,75	9,74	10,46

CURVA INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

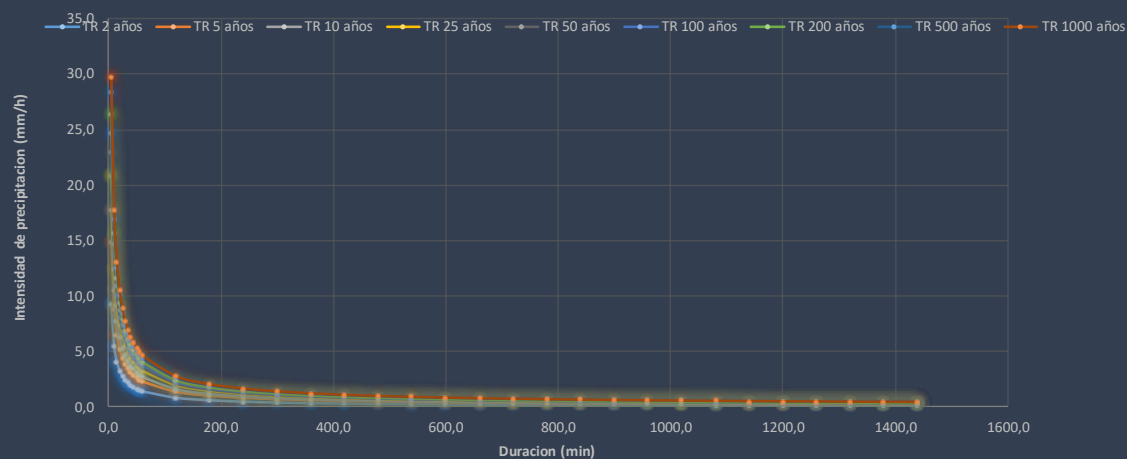


CURVAS IDF DICK Y PESHCKE – ESTACIÓN CALANA

Modelo de Dick Peschke

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)								
	3,16	5,09	6,09	7,16	7,85	8,48	9,05	9,74	10,23
	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Precipitación (mm)									
5	0,77	1,23	1,48	1,74	1,91	2,06	2,20	2,36	2,48
10	0,91	1,47	1,76	2,07	2,27	2,45	2,61	2,81	2,95
15	1,01	1,62	1,95	2,29	2,51	2,71	2,89	3,11	3,27
20	1,09	1,75	2,09	2,46	2,70	2,91	3,11	3,34	3,51
25	1,15	1,85	2,21	2,60	2,85	3,08	3,29	3,54	3,71
30	1,20	1,93	2,31	2,72	2,98	3,22	3,44	3,70	3,89
35	1,25	2,01	2,40	2,83	3,10	3,35	3,57	3,85	4,04
40	1,29	2,08	2,49	2,92	3,21	3,46	3,70	3,98	4,17
45	1,33	2,14	2,56	3,01	3,30	3,56	3,81	4,10	4,30
50	1,37	2,20	2,63	3,09	3,39	3,66	3,91	4,20	4,41
55	1,40	2,25	2,69	3,17	3,47	3,75	4,00	4,31	4,52
60	1,43	2,30	2,75	3,24	3,55	3,83	4,09	4,40	4,62
120	1,70	2,73	3,27	3,85	4,22	4,55	4,86	5,23	5,49
180	1,88	3,02	3,62	4,26	4,67	5,04	5,38	5,79	6,08
240	2,02	3,25	3,89	4,58	5,02	5,42	5,78	6,22	6,53
300	2,14	3,44	4,11	4,84	5,31	5,73	6,12	6,58	6,91
360	2,24	3,60	4,31	5,07	5,55	5,99	6,40	6,89	7,23
420	2,33	3,74	4,48	5,26	5,77	6,23	6,65	7,16	7,52
480	2,40	3,86	4,63	5,44	5,97	6,44	6,88	7,40	7,77
540	2,48	3,98	4,77	5,61	6,15	6,63	7,08	7,62	8,00
600	2,54	4,09	4,89	5,76	6,31	6,81	7,27	7,83	8,22
660	2,60	4,18	5,01	5,89	6,46	6,97	7,45	8,01	8,41
720	2,66	4,28	5,12	6,02	6,60	7,13	7,61	8,19	8,60
780	2,71	4,36	5,23	6,15	6,74	7,27	7,77	8,36	8,77
840	2,77	4,44	5,32	6,26	6,86	7,41	7,91	8,51	8,94
900	2,81	4,52	5,42	6,37	6,98	7,54	8,05	8,66	9,09
960	2,86	4,59	5,50	6,47	7,10	7,66	8,18	8,80	9,24
1020	2,90	4,66	5,59	6,57	7,20	7,77	8,30	8,94	9,38
1080	2,94	4,73	5,67	6,67	7,31	7,89	8,42	9,06	9,52
1140	2,98	4,80	5,75	6,76	7,41	7,99	8,54	9,19	9,65
1200	3,02	4,86	5,82	6,84	7,50	8,10	8,65	9,31	9,77
1260	3,06	4,92	5,89	6,93	7,60	8,20	8,75	9,42	9,89
1320	3,10	4,98	5,96	7,01	7,68	8,29	8,86	9,53	10,01
1380	3,13	5,03	6,03	7,09	7,77	8,39	8,96	9,64	10,12
1440	3,16	5,09	6,09	7,16	7,85	8,48	9,05	9,74	10,23

CURVA INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

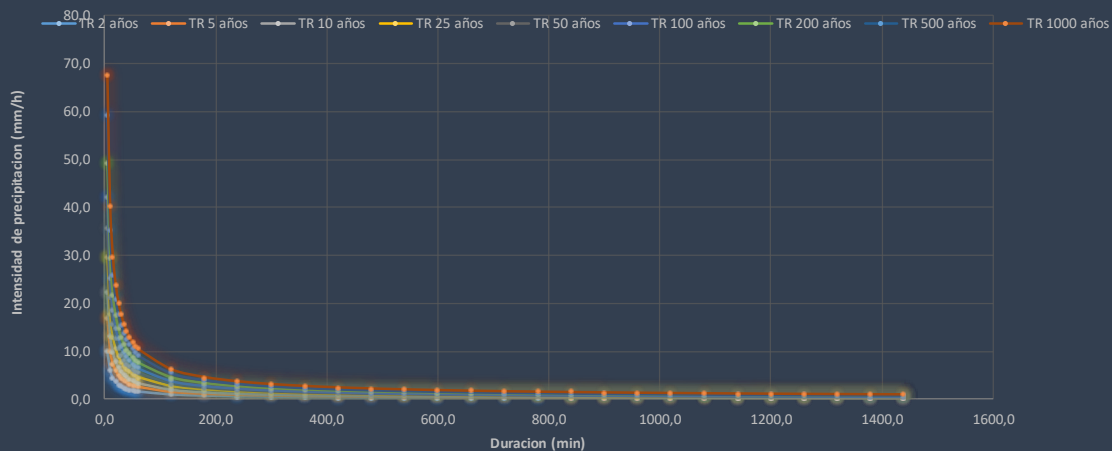


CURVAS IDF DICK Y PESHCKE – ESTACIÓN CALIENTES

Modelo de Dick Peschke

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)								
	3,47	5,81	7,62	10,17	12,25	14,49	16,89	20,34	23,18
	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Precipitación (mm)									
5	0,84	1,41	1,85	2,47	2,97	3,52	4,10	4,94	5,63
10	1,00	1,68	2,20	2,94	3,54	4,18	4,88	5,87	6,69
15	1,11	1,86	2,43	3,25	3,91	4,63	5,40	6,50	7,40
20	1,19	1,99	2,61	3,49	4,21	4,97	5,80	6,98	7,96
25	1,26	2,11	2,76	3,69	4,45	5,26	6,13	7,38	8,41
30	1,32	2,21	2,89	3,86	4,65	5,50	6,42	7,73	8,81
35	1,37	2,29	3,01	4,02	4,84	5,72	6,67	8,03	9,15
40	1,42	2,37	3,11	4,15	5,00	5,91	6,90	8,30	9,46
45	1,46	2,44	3,20	4,28	5,15	6,09	7,10	8,55	9,74
50	1,50	2,51	3,29	4,39	5,29	6,25	7,29	8,78	10,00
55	1,53	2,57	3,37	4,50	5,42	6,40	7,47	8,99	10,25
60	1,57	2,62	3,44	4,59	5,53	6,55	7,63	9,19	10,47
120	1,86	3,12	4,09	5,46	6,58	7,78	9,08	10,93	12,45
180	2,06	3,45	4,53	6,05	7,28	8,61	10,04	12,09	13,78
240	2,22	3,71	4,87	6,50	7,83	9,26	10,79	13,00	14,81
300	2,34	3,92	5,15	6,87	8,28	9,79	11,41	13,74	15,66
360	2,45	4,11	5,39	7,19	8,66	10,24	11,95	14,38	16,39
420	2,55	4,27	5,60	7,47	9,00	10,65	12,41	14,95	17,03
480	2,64	4,41	5,79	7,73	9,31	11,01	12,84	15,46	17,61
540	2,71	4,55	5,96	7,96	9,59	11,34	13,22	15,92	18,14
600	2,79	4,67	6,12	8,17	9,84	11,64	13,57	16,34	18,62
660	2,85	4,78	6,27	8,37	10,08	11,92	13,90	16,74	19,07
720	2,92	4,88	6,40	8,55	10,30	12,18	14,21	17,10	19,49
780	2,98	4,98	6,53	8,72	10,51	12,43	14,49	17,45	19,88
840	3,03	5,08	6,66	8,89	10,71	12,66	14,76	17,78	20,25
900	3,08	5,16	6,77	9,04	10,89	12,88	15,02	18,09	20,61
960	3,13	5,25	6,88	9,19	11,07	13,09	15,27	18,38	20,94
1020	3,18	5,33	6,99	9,33	11,24	13,29	15,50	18,66	21,26
1080	3,23	5,41	7,09	9,46	11,40	13,48	15,72	18,93	21,57
1140	3,27	5,48	7,18	9,59	11,55	13,66	15,94	19,19	21,86
1200	3,31	5,55	7,28	9,72	11,70	13,84	16,14	19,43	22,14
1260	3,36	5,62	7,37	9,84	11,85	14,01	16,34	19,67	22,42
1320	3,39	5,68	7,45	9,95	11,99	14,17	16,53	19,90	22,68
1380	3,43	5,75	7,54	10,06	12,12	14,33	16,71	20,12	22,93
1440	3,47	5,81	7,62	10,17	12,25	14,49	16,89	20,34	23,18

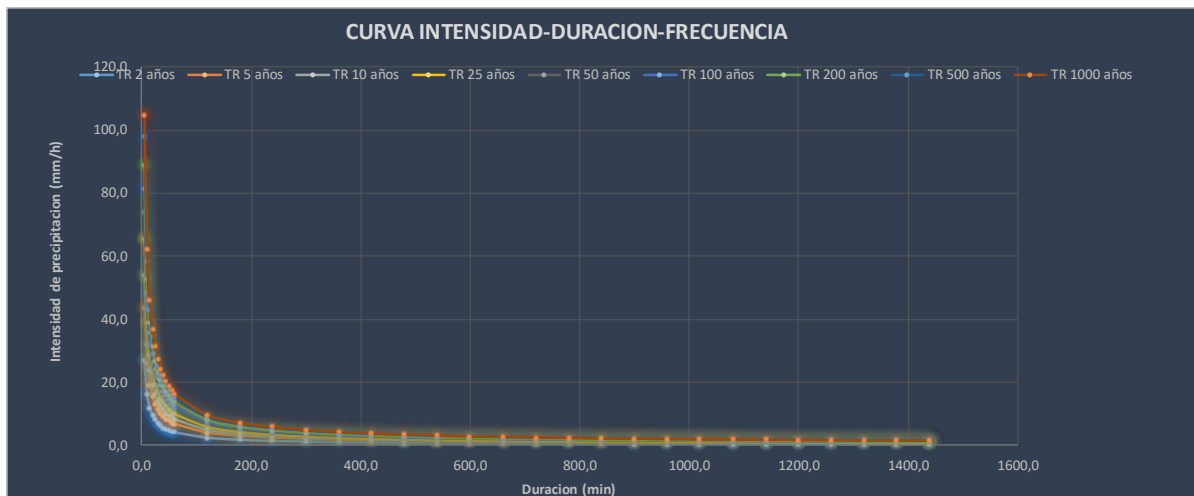
CURVA INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA



CURVAS IDF DICK Y PESHCKE – ESTACIÓN PALCA

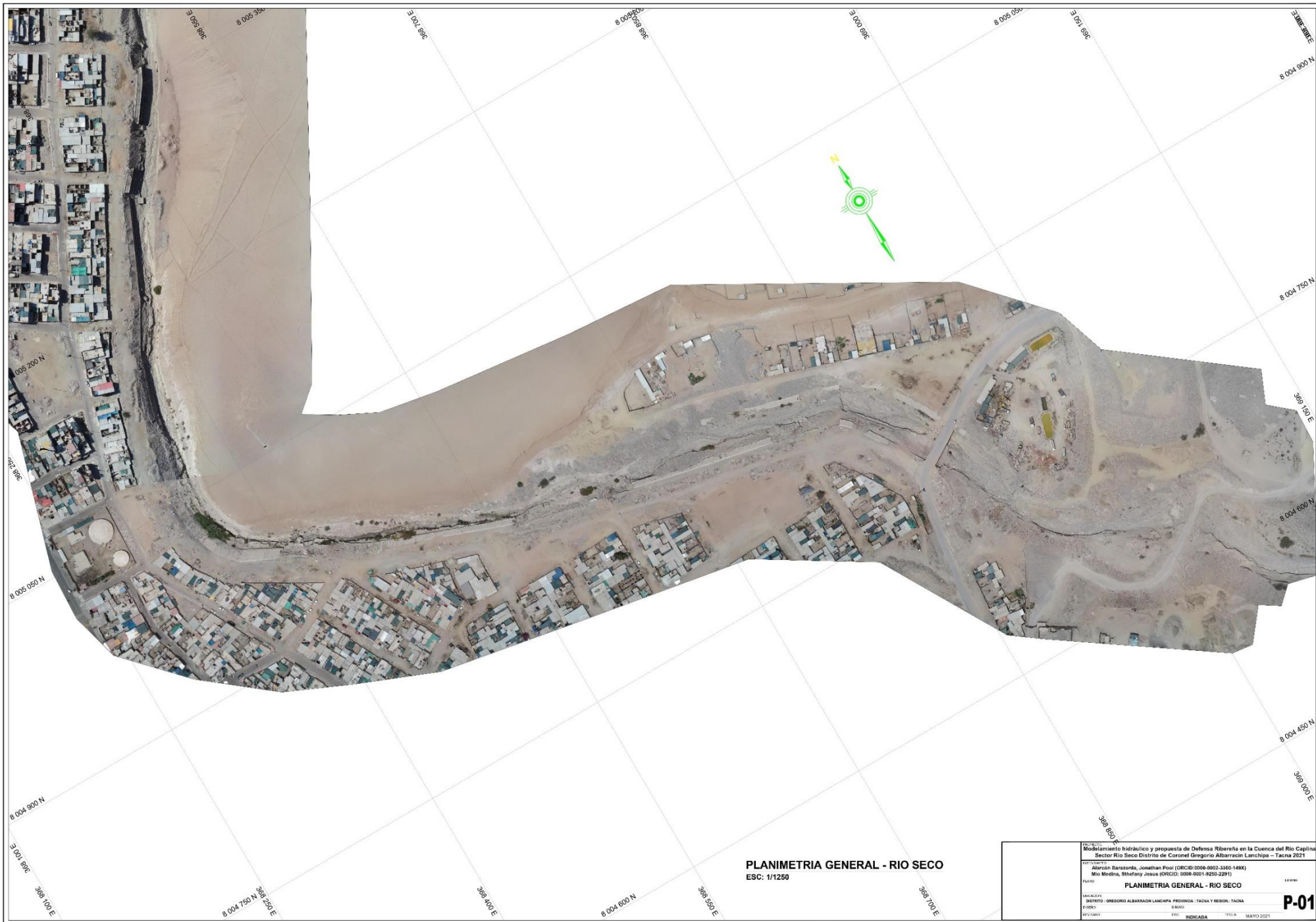
Modelo de Dick Peschke

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)								
	9,32	15,04	18,48	22,50	25,30	27,94	30,48	33,66	35,96
	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Precipitación (mm)									
5	2,26	3,65	4,48	5,46	6,14	6,78	7,40	8,17	8,73
10	2,69	4,34	5,33	6,49	7,30	8,07	8,80	9,72	10,38
15	2,98	4,80	5,90	7,19	8,08	8,93	9,74	10,75	11,49
20	3,20	5,16	6,34	7,72	8,69	9,59	10,46	11,56	12,34
25	3,38	5,46	6,71	8,17	9,18	10,14	11,06	12,22	13,05
30	3,54	5,71	7,02	8,55	9,61	10,62	11,58	12,79	13,66
35	3,68	5,94	7,29	8,88	9,99	11,03	12,03	13,29	14,20
40	3,81	6,14	7,54	9,18	10,33	11,41	12,44	13,74	14,68
45	3,92	6,32	7,77	9,46	10,64	11,75	12,81	14,15	15,12
50	4,02	6,49	7,98	9,71	10,92	12,06	13,16	14,53	15,52
55	4,12	6,65	8,17	9,95	11,18	12,35	13,47	14,88	15,90
60	4,21	6,80	8,35	10,16	11,43	12,63	13,77	15,21	16,25
120	5,01	8,08	9,93	12,09	13,59	15,01	16,37	18,09	19,32
180	5,54	8,94	10,99	13,38	15,04	16,62	18,12	20,02	21,38
240	5,96	9,61	11,80	14,38	16,17	17,86	19,47	21,51	22,97
300	6,30	10,16	12,48	15,20	17,09	18,88	20,59	22,74	24,29
360	6,59	10,64	13,06	15,91	17,89	19,76	21,55	23,80	25,43
420	6,85	11,05	13,58	16,53	18,59	20,54	22,40	24,74	26,42
480	7,08	11,43	14,04	17,10	19,22	21,23	23,16	25,58	27,32
540	7,30	11,77	14,46	17,61	19,80	21,87	23,85	26,34	28,14
600	7,49	12,08	14,84	18,08	20,33	22,45	24,49	27,05	28,89
660	7,67	12,38	15,20	18,51	20,82	22,99	25,08	27,70	29,59
720	7,84	12,65	15,54	18,92	21,28	23,50	25,63	28,31	30,24
780	8,00	12,90	15,85	19,30	21,71	23,97	26,15	28,88	30,85
840	8,15	13,14	16,15	19,66	22,11	24,42	26,63	29,42	31,42
900	8,29	13,37	16,43	20,00	22,50	24,85	27,10	29,93	31,97
960	8,42	13,59	16,69	20,33	22,86	25,25	27,54	30,42	32,49
1020	8,55	13,80	16,95	20,64	23,21	25,64	27,96	30,88	32,99
1080	8,68	14,00	17,19	20,94	23,54	26,01	28,36	31,33	33,46
1140	8,79	14,19	17,43	21,22	23,87	26,36	28,75	31,75	33,92
1200	8,91	14,37	17,65	21,50	24,17	26,70	29,12	32,16	34,35
1260	9,02	14,55	17,87	21,76	24,47	27,03	29,48	32,56	34,78
1320	9,12	14,72	18,08	22,01	24,76	27,34	29,82	32,94	35,18
1380	9,22	14,88	18,28	22,26	25,03	27,65	30,15	33,31	35,58
1440	9,32	15,04	18,48	22,50	25,30	27,94	30,48	33,66	35,96



ANEXO 7.

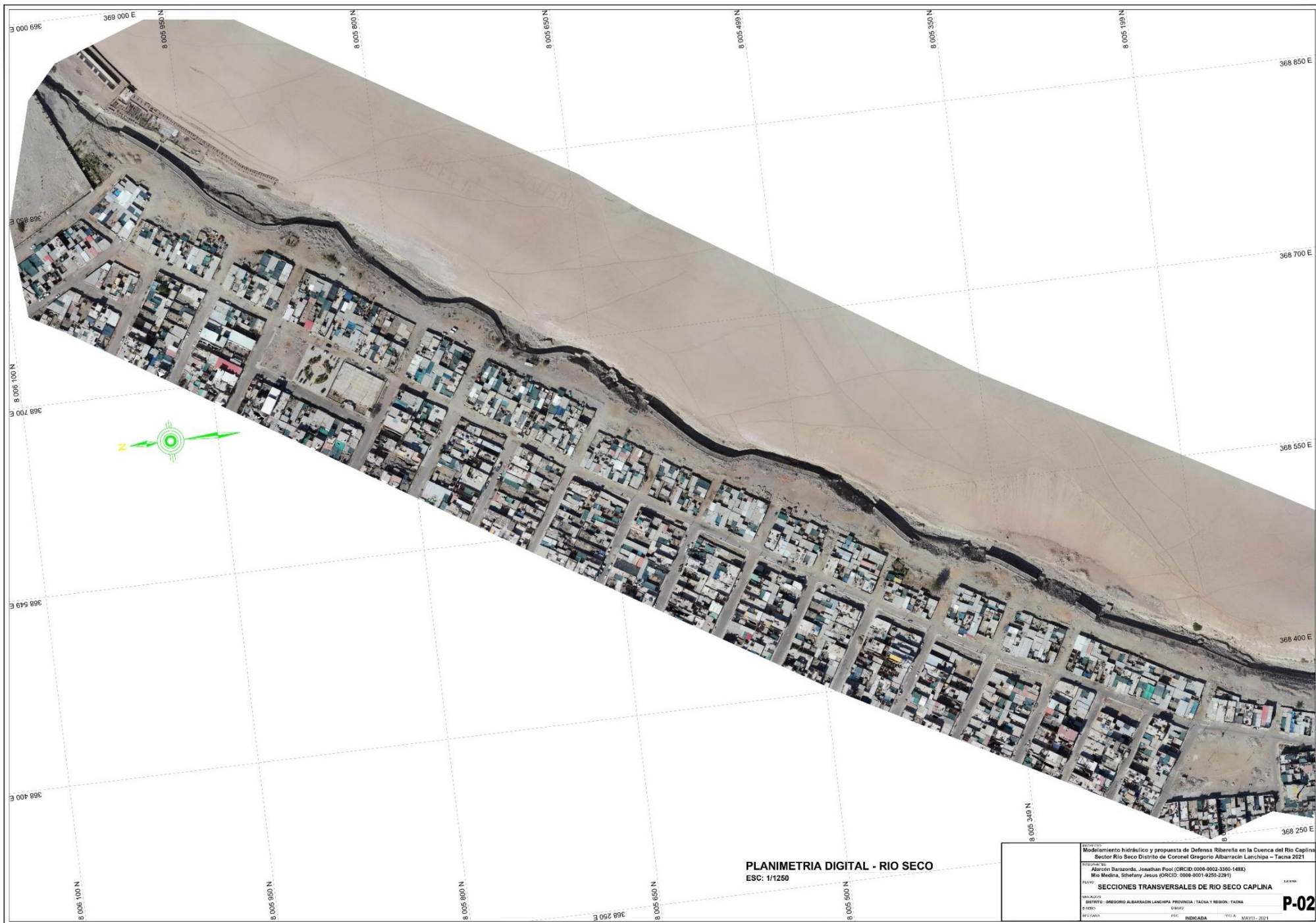
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



PLANIMETRIA GENERAL - RIO SECO

ESC: 1/1250

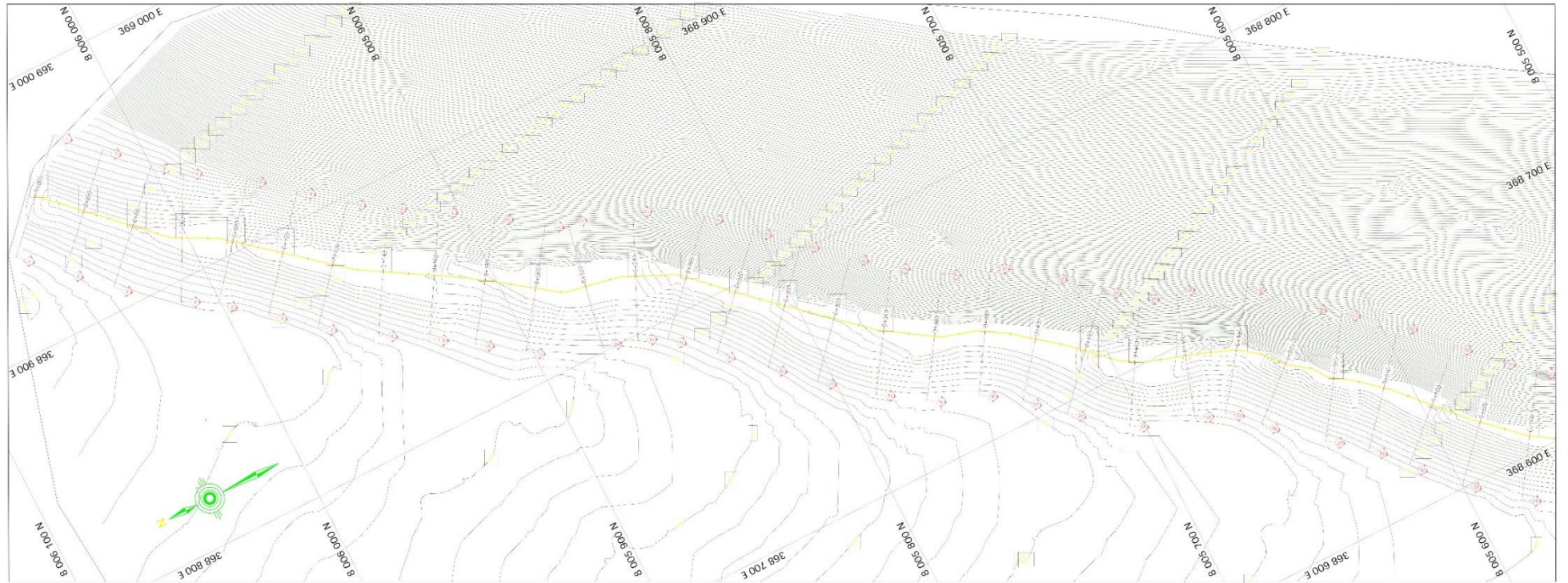
Modulamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Rio Caplina Sector Rio Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna 2021			
AUTORES: Alarcon Barazonda, Jonathan Pooi (ORCID: 0000-0002-3360-149X) Mo Medina, Sthefany Jesus (ORCID: 0000-0001-9250-2291)			
PLAN:			
PLANIMETRIA GENERAL - RIO SECO			
AUTORIA: DISEÑO: ELABORACIÓN: REVISIÓN: APROBACIÓN:			
INSTITUCIÓN: FECHA: INDICADA: TÍTULO: MAYO 2021			



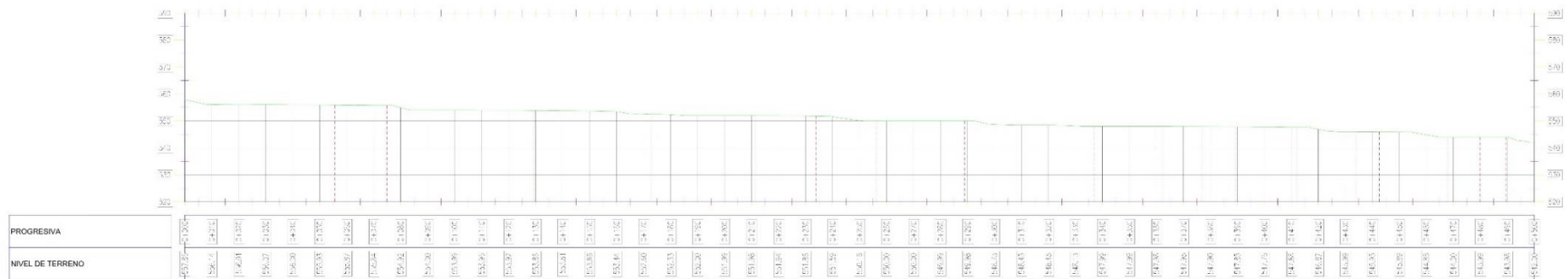
PLANIMETRIA DIGITAL - RIO SECO
ESC: 1/1250

PROYECTO			
Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplina			
Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna 2021			
PROYECTOS N°			
Alarcón Barazonda, Jonathan Pool (ORCID:0009-0002-3300-148X)			
Mio Medina, Stithelmy Jesus (ORCID: 0009-0001-4250-2291)			
FINANCIADO POR			
SECCIONES TRANSVERSALES DE RIO SECO CAPLINA			
UBICACIÓN			
DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROVINCIA: TACNA Y REGION: TACNA			
Escala			
Escala: 1/1250			
FECHA DE ELABORACIÓN			
REVISADO: 10/07/2021			

P-02



PLANO TOPOGRAFICO
ESCALA: 1/750



PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA: 1/750

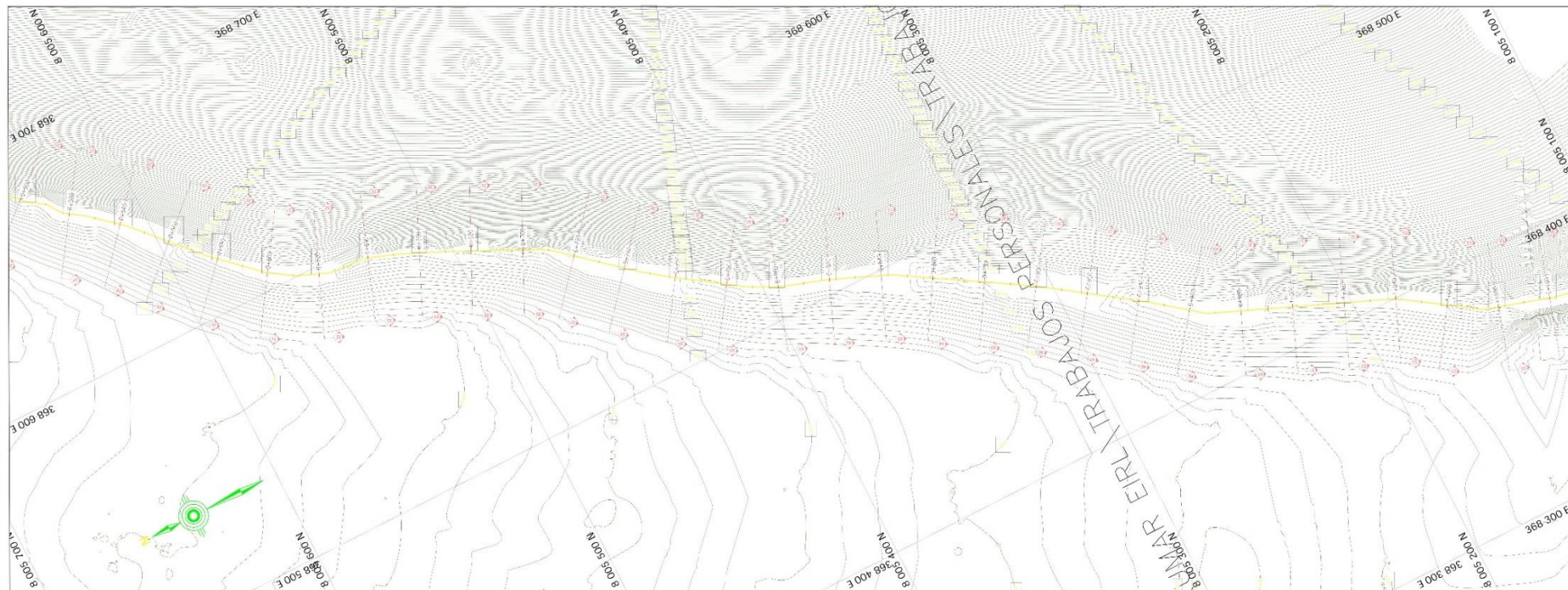
CUADRO DE PUNTO GEODESICO Y BM				
N° PUNTO	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	535.84	8004951.74	368548.28	TACONITO
2	513.84	8004915.02	368693.29	BM-D1

NOTA: 1.- EL TITULO DE PROYECTO DE LA OBRA SE ENCUENTRA EN LA PAGINA 10 DEL LIBRO DE ACTAS DE LA JUNTA DE LA OBRA.
2.- EL TITULO DE PROYECTO DE LA OBRA SE ENCUENTRA EN LA PAGINA 10 DEL LIBRO DE ACTAS DE LA JUNTA DE LA OBRA.
3.- EL TITULO DE PROYECTO DE LA OBRA SE ENCUENTRA EN LA PAGINA 10 DEL LIBRO DE ACTAS DE LA JUNTA DE LA OBRA.



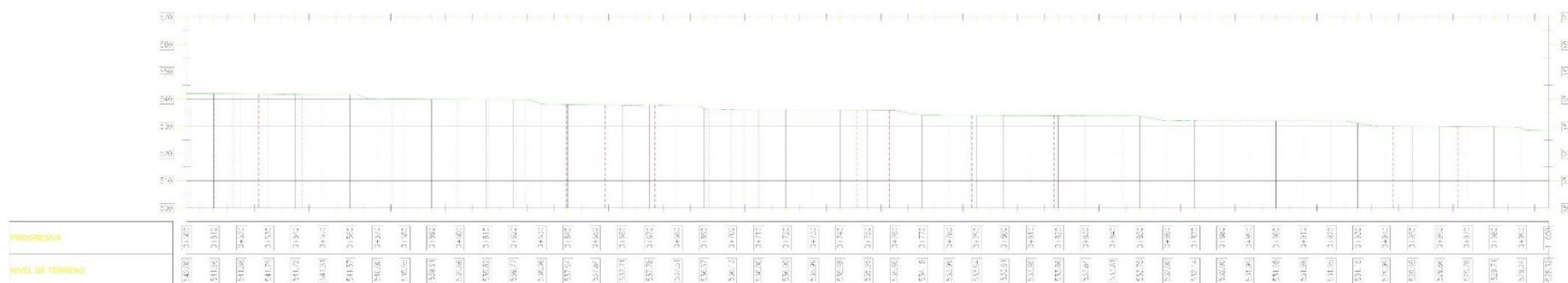
PROYECTO: Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Rio Caplina
SECTOR: Sector Rio Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna 2021
PROYECTISTA: Alarcón Barazorda, Jonathan Post (ORCID:0000-0002-3366-149X)
MONITOREO: Miro Medina, Shafany-Jesus (ORCID: 0009-0001-9205-2291)
PLANOS: PLANTA Y PERFIL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
PROYECTO: DISTRITO : GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA. PROVINCIA : TACNA Y REGION : TACNA
FECHA: 10/05/2021
PROYECTISTA: ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POST
MONITOREO: MIRO MEDINA, SHAFANY-JESUS
PROYECTO: DISTRITO : GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA. PROVINCIA : TACNA Y REGION : TACNA
FECHA: 10/05/2021
PROYECTISTA: ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POST
MONITOREO: MIRO MEDINA, SHAFANY-JESUS

PT-1



PLANO TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/750



PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA: 1/750

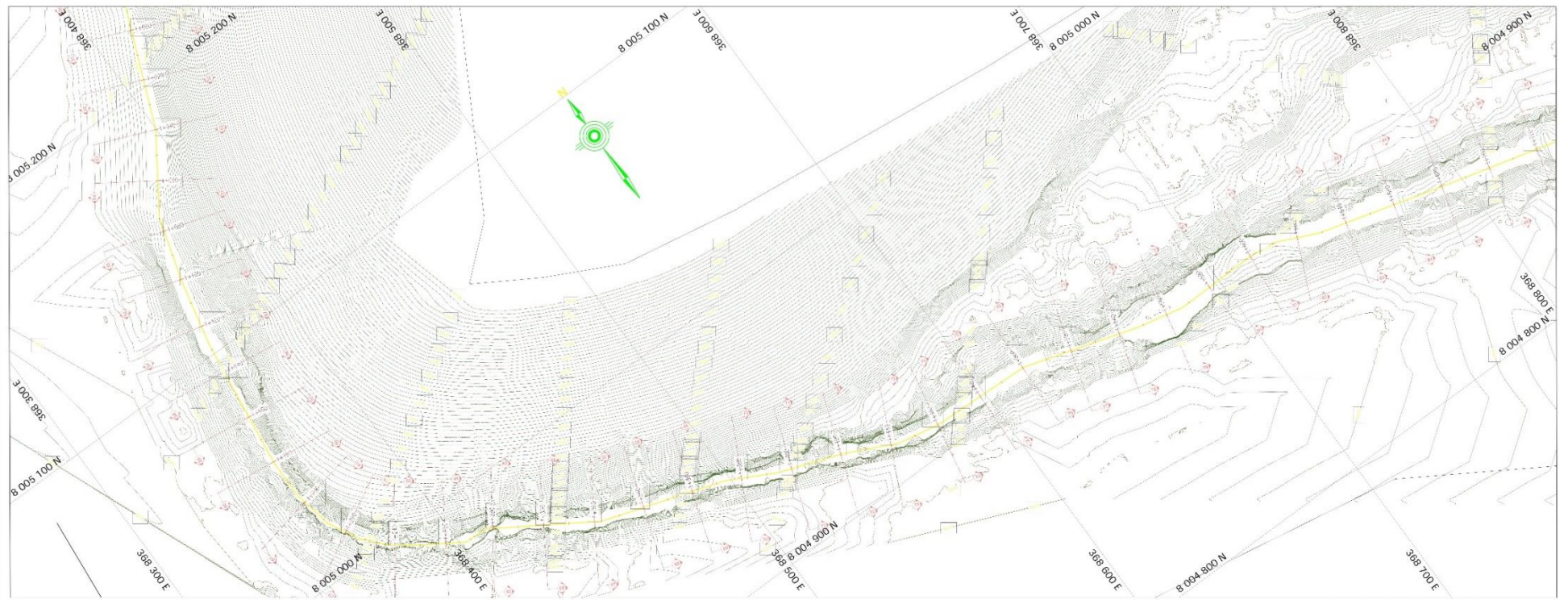
CUADRO DE PUNTO GEODESICO Y BM			
N° PUNTO	COTA	NORTE	ESTE
1	515.84	8004951.74	368548.29
2	513.84	8004815.02	368593.29

NOTA: 1. EL DISEÑO DE LA OBRA SE HA HECHO EN FUNCIÓN DE LAS COTAS Y COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE LA RED DE NIVELACIÓN DEL TPO. 2. EL DISEÑO DE LA OBRA SE HA HECHO EN FUNCIÓN DE LAS COTAS Y COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE LA RED DE NIVELACIÓN DEL TPO. 3. EL DISEÑO DE LA OBRA SE HA HECHO EN FUNCIÓN DE LAS COTAS Y COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE LA RED DE NIVELACIÓN DEL TPO.

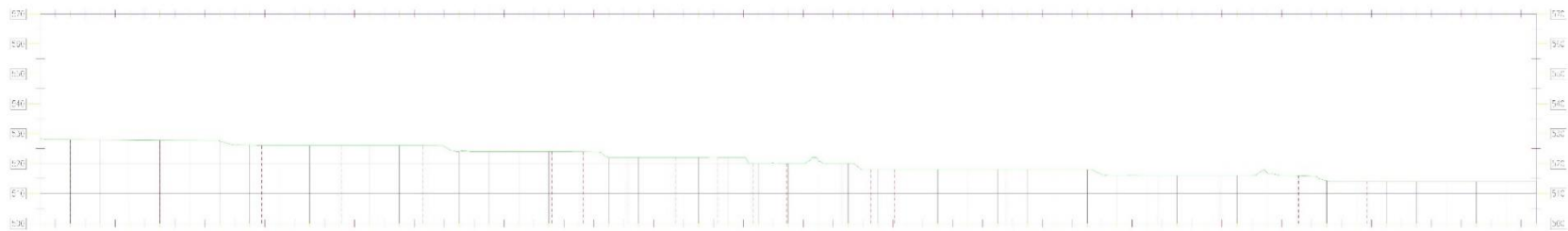


PROYECTO: Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplina
Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna 2021
Elaborado por: Alvarado Barahona, Jonathan Poni (ORCID:0000-0002-3368-1498)
Mtro. Medina, Shinerley Jhuca (ORCID: 0000-0001-8202-2291)
PLANO: PLANTA Y PERFIL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
FECHA: 01/08/2021
DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROVINCIA: TACNA Y REGION: TACNA
Escala: 1/750
Folio: 1 de 1
Revisado: 01/08/2021

PT-2



PLANO TOPOGRAFICO
ESCALA: 1/110

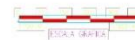


PUNTO	PROYECCION		NIVEL DE TERRENO	
	N	E	N	E
1	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
2	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
3	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
4	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
5	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
6	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
7	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
8	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
9	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
10	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
11	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
12	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
13	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
14	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
15	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
16	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
17	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
18	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
19	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
20	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
21	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
22	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
23	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
24	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
25	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
26	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
27	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
28	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
29	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
30	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
31	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
32	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
33	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
34	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
35	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
36	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
37	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
38	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
39	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
40	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
41	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
42	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
43	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
44	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
45	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
46	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
47	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
48	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
49	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
50	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
51	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
52	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
53	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
54	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
55	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
56	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
57	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
58	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
59	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
60	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
61	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
62	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
63	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
64	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
65	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
66	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
67	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
68	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
69	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
70	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
71	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
72	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
73	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
74	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
75	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
76	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
77	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
78	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
79	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
80	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
81	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
82	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
83	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
84	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
85	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
86	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
87	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
88	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
89	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
90	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
91	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
92	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
93	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
94	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
95	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
96	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
97	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
98	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
99	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200
100	368 500	8 005 200	368 500	8 005 200

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA: 1/750

CUADRO DE PUNTO GEODESICO Y BM				
N° PUNTO	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	513.84	8304815.74	368548.39	TAC01110
2	513.84	8304815.02	368893.29	BM-D1

NOTAS:
1.- EL DISEÑO DE LA OBRA SE HA HECHO EN BASE A LAS CONDICIONES DE LA OBRA.
2.- EL DISEÑO DE LA OBRA SE HA HECHO EN BASE A LAS CONDICIONES DE LA OBRA.
3.- EL DISEÑO DE LA OBRA SE HA HECHO EN BASE A LAS CONDICIONES DE LA OBRA.



Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplina
Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna 2021

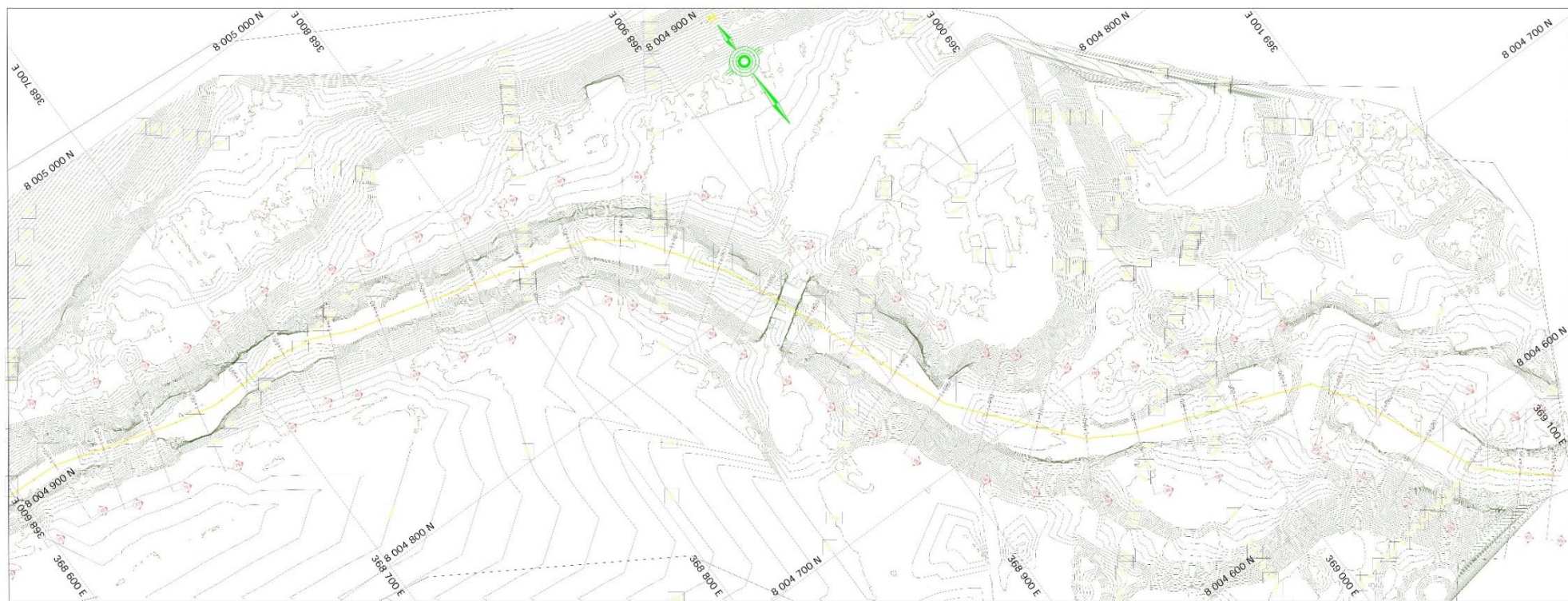
ELABORADO POR:
Alfonso Barazorda, Jonathan Puel (ORCID:0000-0002-3360-149X)
Miguel Medina, Shofany Jesus (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

PROYECTO:
PLANTA Y PERFIL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

FECHA:
01/08/2021

INDICADA: 1/110

PT-3



PLANO TOPOGRAFICO
ESCALA: 1/750



PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA: 1/1000

CUADRO DE PUNTO GEODESICO Y BM				
Nº PUNTO	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	535.84	800485.74	368548.29	TAC01110
2	513.84	8004815.02	368893.29	BM-01

NOTA:
1. Se ha considerado el nivel del mar como referencia para el cálculo de las cotas.
2. Se ha considerado el nivel del mar como referencia para el cálculo de las cotas.
3. Se ha considerado el nivel del mar como referencia para el cálculo de las cotas.



Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplina	
Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna 2021	
PROYECTANTE:	Alfonso Barzola, Jonathan Pool (ORCID:0000-0002-3360-1498)
DISEÑADOR:	Miguel Medina, Shifany Jesus (ORCID: 0009-0051-9250-2291)
PLANTA Y PERFIL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
PROYECTO: OBRAS DE DEFENSA RIBERENA EN LA CUENCA DEL RÍO CAPLINA	
UBICACIÓN: DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, PROVINCIA: TACNA Y REGION: TACNA	
FECHA:	10/03/22
DISEÑO:	PROY.
REVISIÓN:	INDICADA
FECHA:	04/05/2021

PT-4



SECCION TRANSVERSAL

ESCALA: 1/750

CUADRO DE PUNTO GEODESICO Y BM				
N° PUNTO	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	535.84	8304901.74	368548.29	TACODI110
2	533.94	8304815.02	368893.29	BM-01

NOTAS:
1.- EL DISEÑO DE LA SECCION TRANSVERSAL SE HA HECHO EN EL PUNTO 1.-
2.- EL DISEÑO DE LA SECCION TRANSVERSAL SE HA HECHO EN EL PUNTO 2.-
3.- EL DISEÑO DE LA SECCION TRANSVERSAL SE HA HECHO EN EL PUNTO 3.-



PROYECTO Modelamiento hidráulico y propuesta de Defensa Ribereña en la Cuenca del Río Caplin Sector Río Seco Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna 2021	
PROYECTANTE Alvaro Barzola, Jonathan Pool (ORCID:0000-0002-3360-1488) Msc Medina, Shafany Jesus (ORCID: 0000-0001-8250-2291)	
PROYECTO SECCION TRANSVERSAL - RIO SECO	
PROYECTO DISEÑO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROVINCIA: TACNA REGION: TACNA	
PROYECTO DISEÑO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROVINCIA: TACNA REGION: TACNA	
PROYECTO DISEÑO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROVINCIA: TACNA REGION: TACNA	

ST-1

ANEXO 8.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INFORME TECNICO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO

**“MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA
RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA SECTOR RIO SECO DEL
DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, PROVINCIA
DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.”**

SOLICITANTE

**ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)**

UBICACIÓN

**SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.**



TACNA, MAYO DEL 2021

INDICE

1.0 GENERALIDADES

- 1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO
- 1.2 UBICACIÓN
- 1.3 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO
- 1.4 CONDICION CLIMATICA DEL AREA DE ESTUDIO
- 1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
- 1.6 ALCANCES DEL ESTUDIO
- 1.7 LIMITACIONES
- 1.8 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD

- 2.1 SISMICIDAD
- 2.2 PARAMETROS DE SISMOS

3.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

- 3.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS
- 3.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO
- 3.3 FASE DE CAMPO (MUESTREO)

4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

- 4.1 ENSAYOS ESTANDAR
- 4.2 ENSAYOS ESPECIALES
- 4.3 PERFILES ESTRATIGRAFICOS
- 4.4 AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

5.0 POTENCIAL DE EXPANSION

6.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

- 6.1 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN
- 6.2 TIPO DE CIMENTACIÓN
- 6.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE
- 6.4 ANALISIS DE ASENTAMIENTOS

7.0 OBSERVACIONES

8.0 CONCLUSIONES

9.0 RECOMENDACIONES

ANEXOS

- ANEXO I ENSAYO DE LABORATORIO
- ANEXO II PERFIL ESTATIGRAFICO
- ANEXO III UBICACIÓN DE CALICATAS
- ANEXO IV PANEL FOTOGRAFICO



**INFORME ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE
CIMENTACIÓN**

1.0 GENERALIDADES

El presente Informe Técnico desarrolla el estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación, para la el Proyecto del “**MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA**”. Básicamente se trata del estudio de suelos en las zonas donde se emplaza las estructuras que soporte las cargas del proyecto en mención, llámese zapatas, cimientos corridos, columnas, vigas e identificar las características propias de los suelos, esto como parte de la ejecución del proyecto.

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

- ✓ Ejecutar el análisis de calidad del suelo donde se encuentran cimentadas las estructuras del Proyecto.
- ✓ Determinar los parámetros de cimentación, a fin de recomendar el tipo de cimentación a utilizarse.
- ✓ El presente estudio determina las condiciones de Cimentación que presenta el terreno destinado para el proyecto de la construcción de la obra.
- ✓ Identificar las propiedades y características del terreno por donde se realizaran los trabajos de excavación y ubicación de las obras de arte y cimentación.
- ✓ Para ello se realizaran:
 - Ejecución de 02 Calicatas hasta una profundidad de 3.00 metros
 - Extracción de muestras representativas de la estratigrafía.
 - Ejecución de ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos en muestras Alteradas.
 - Ensayo de Densidad de Campo en los estratos representativos.
 - Realización del Perfil estratigráfico.
 - Análisis de las condiciones de cimentación.



JOSE VARGAS CATAFORA
INGENIERO CIVIL
CIP: 106241

- Conclusiones y Recomendaciones.

1.2 UBICACIÓN

El proyecto se ubica EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

1.3 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

Para acceder a las zonas de estudio que se encuentra en una zona en el distrito de Gregorio Albarracín, se hace ingresando por avenidas y calles asfaltadas próximas a la zona de estudio.

1.4 CONDICION CLIMATICA DEL AREA DE ESTUDIO

Los datos climáticos con un promedio histórico de 30 años en la zona de estudios son los siguientes:

Precipitación: La precipitación mínima se presenta en el mes de Junio con un promedio de 2mm, y la máxima se produce el mes de Enero con un promedio de 8 mm.

Temperatura: La temperatura máxima en verano se produce en el mes de Febrero con 26.4° C y la máxima en invierno se presenta en el mes de Agosto con 19.2° C.

La temperatura mínima en verano se produce en el mes de Febrero con 14.7°C y la mínima en invierno se presenta en el mes de Julio con 6.5° C.

Humedad Relativa: La humedad relativa máxima diaria es de 81% y se presenta en el mes de Julio y la humedad relativa mínima diaria es del 69% y se produce en el mes de Febrero.

Horas de Sol: En el mes de Febrero se produce 7.6 horas de sol diarias y en el mes de Junio solo 5.5 horas de sol diarias

Con un nivel altitudinal de 561 msnm; datos referidos a la zona de estudio.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto contempla la construcción de un MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA SECTOR RIO SECO en el predio de la Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa




JOSE VARGAS CATACORA
INGENIERO CIVIL
CIP-108241

1.6 ALCANCES DEL ESTUDIO

El presente estudio es válido solamente dentro de los límites del área del proyecto y con fines de Cimentación.

1.7 LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, así como la descripción generalizada de los perfiles de suelo que se encuentran están basadas en la exploración ejecutada, considerándose adecuada tanto en el número de sondeos como en la profundidad efectuada, dadas las características de la ubicación del terreno y el tipo de estructura.

Sin embargo por la naturaleza de los suelos encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en los sondeos al área de proyecto, no siempre es posible tener la seguridad total acerca de la generalización efectuada. Por lo tanto se recomienda que el caso poco probable que durante la etapa de ejecución de la obra se observen suelos de características distintas a las indicadas en este informe, se notifique de inmediato al proyectista para efectuar las correcciones necesarias.

1.8 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El método empleado en el presente estudio comprende las siguientes etapas: Inspección ocular: etapa de reconocimiento general del terreno, a fin de planificar adecuadamente los trabajos, como son: personal, método y equipos a emplearse, determinación de las zonas de acceso, programación de los trabajos, etc.

Recopilación de información: trabajo que implica:

Se realizó la exploración del suelo por medio de calicatas ubicadas en la zona a investigarse, convenientemente distribuidas, de manera de tener un muestreo representativo para determinar las características del subsuelo. Se excavaron 02 (calicatas) calicatas, siendo para el cálculo de Capacidad Portante, realizadas según la Norma Técnica ASTM D 420.

Paralelamente al muestreo de suelos se realizó el registro e identificación de cada uno de los estratos encontrados en las calicatas, anotándose las




JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP: 196241

principales características, tales como: ubicación, profundidad, espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, compacidad, entre otros.

Ensayos de laboratorio. Las muestras alteradas llevaron al Laboratorio de Mecánica de Suelos, para efectuar los ensayos correspondientes.

Estos ensayos, cuyos resultados se presentan en el anexo respectivo, han permitido caracterizar los suelos, así como definir los parámetros para el diseño de cimentación. A continuación se realiza una breve explicación de los principales ensayos efectuados y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe precisar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que permiten determinar las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación:

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-421)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de diámetro 0.074 milímetro), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. El análisis granulométrico deriva en una curva en curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentajes acumulado que pasa o retiene el mismo.

Limite Liquido (ASTM D-423) y Limite Plástico (ASTM D-424)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este el material que tiene la propiedad de cohesión.

El suelo, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados: Liquido, Plástico y seco. Cuando el agregado tiene determinado humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeado, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le reduce la humedad, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.



Si continuamos reduciendo la humedad, se logra un punto en el cual el material pierde su trabajabilidad, lo que es observable, pues se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi-seco. El contenido de humedad en el cual el suelo pasa del estado semilíquido al plástico es el límite líquido (ASTMD-423), y el contenido de humedad en el que para el estado plástico al semi-seco es el límite plástico (ASTM-424)

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO.

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrado en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, por ejemplo: arena, gravas, limo, arcilla y limos. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi-cohesivo y no cohesivo.

Análisis de los resultados e informe final.- En base a la información recopilada de la zona, trabajo de campo y ensayos de laboratorio, se efectuaron los análisis, cálculos y conclusiones respectivas, cuyo producto final se detalla en el presente informe técnico.

2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD

El área de estudio se encuentra enmarcada dentro de los afloramientos del Grupo Moquegua, Formación Huaylillas y depósitos recientes del Cuaternario.

El Grupo Moquegua es un conjunto de rocas sedimentarias continentales, depositadas en el flanco occidental de los Andes y está dividida en dos unidades: el Moquegua Inferior del Eoceno terminal al Oligoceno inferior (entre 30 y 40 millones de años) y el Moquegua superior del Oligoceno superior (entre 20 y 24 MA), ambos separados por una discordancia angular. El Moquegua superior está conformado por dos secuencias: una secuencia inferior que es esencialmente lacustre y una superior




JOSE VARGAS CATACORÁ
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

que corresponde a conos o deltas lacustres, que alternan con ignimbritas de un vulcanismo explosivo que revelan un ambiente de movilidad tectónica que correspondería al levantamiento de los Andes.

La Formación Huaylillas corresponde a un evento de vulcanismo explosivo que por su posición estratigráfica se le asigna una edad entre el plioceno Inferior y Medio. Está compuesta por depósitos piroclásticos.

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Formación Moquegua superior (T Mo_s)

La mayor parte de los afloramientos están cubiertos por depósitos cuaternarios recientes de ladera y solo se les puede apreciar en los cortes de carretera de los Cerros: Arunta e Intiorko (Salida de Tacna y carretera a Tarata) de la Ciudad de Tacna. De esta manera, se hace difícil determinar su extensión en Tacna y alrededores.

En el corte de la carretera del Cerro Arunta que sale del Cuartel Tarapacá al este de la ciudad los afloramientos comprenden una secuencia dominada por un medio deposicional fluvial efímero. No obstante esta secuencia presenta una variante en su tope, la sedimentación se torna más gruesa, presentando rasgos litológicos de un ambiente deposicional fluvial más marcado. Los estratos de esta formación tienen una inclinación de 4 grados al Oeste.

La secuencia fluvial efímera esta formada por capas de arena limosa gris clara y microconglomerados de hasta 1 m. de espesor. Presentan estratificación planaparela e intercalaciones centimétricas de arcillas marrones que en algunos horizontes se presentan como grietas de desecación. En esta secuencia se pudo notar la presencia de gran contenido de sales y sulfatos como parte de la matriz y en forma de cristales en fracturas y oquedades, formando superficies muy duras en los afloramientos.

El tope de esta secuencia corresponde a una sedimentación más fluvial de depósitos residuales de canal. Los conglomerados en los canales están formados por guijarros subredondeados de rocas ígneas y volcánicas con relleno arenoso que en conjunto dan una coloración gris oscura, los cuales gradan hacia el tope a arenas ~~tufáceas~~ gruesas y microconglomerados de




JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

tonalidad rojiza. Este sistema de canales presenta coloraciones rojizas en conjunto, lo que sugiere que estuvo dominado por un intenso período de exposición aérea de los depósitos, causando su oxidación.

Formación Huaylillas (T_Hy)

Se encuentra cubierta por una capa delgada de suelos eólico y residual. La mayor exposición de los afloramiento de esta formación se hallan ubicados en los cortes de la carreteras del Cerro Arunta, Cerro Intiorko y cerros ubicados al Nor-Oeste de la irrigación Alto Magollo. Igualmente se la puede apreciar en la cascada de la Quebrada Caramolle, ubicada en la parte alta del distrito Ciudad Nueva.

Esta formación se encuentra suprayaciendo a la Formación Moquegua Superior en discordancia paralela, y consiste básicamente de rocas volcánicas que corresponden a depósitos piroclásticos con cierta diferencia en su color y textura.

En el corte de la carretera que sale del Cuartel Tarapacá se ha podido notar tres miembros en esta formación, los cuales se describen de la base hacia el tope:

1. Ignimbritas friables de color crema que varían entre 3 y 15 m. de espesor; contienen abundante pómez y líticos en la base, los cuales gradan a una toba con mayor contenido de matriz de ceniza color rosada salmón. Este paquete presenta una intercalación de una secuencia fluvial de unos 2 m. aproximadamente.
2. Ignimbrita violácea muy compacta de aspecto macizo de 12 a 23 m. de espesor, conformada principalmente por pómez, cuarzo, vidrio y biotitas.
3. Ignimbrita blanca de grano fino con cristales de cuarzo de 2 a 6 m. de potencia.

En la cascada de la Quebrada Caramolle se puede apreciar claramente solo los dos primeros miembros. Se puede notar que el miembro inferior presenta tonalidades blancas que gradan a rosado salmón y se presentan en estado friable; estas ignimbritas presentan una capa de areniscas tufáceas de 30 cm. color marrón oscuro. Así mismo, se aprecia en el tope la ignimbrita violácea muy resistente a la erosión. Aparentemente el tercer miembro, conformado por la




JOSE VARGAS CATA-CURA
INGENIERO CIVIL
CIP: 106247

ignimbrita blanca de grano fino, ha sido completamente erosionada en este lugar.

Unidad conglomerádica (Q Uc)

Esta unidad se encuentra suprayaciendo a la Formación Huaylillas, a manera de una terraza colgada antigua, y se le puede distinguir por su tonalidad gris oscura que cubre parcialmente los cerros de la ciudad de Tacna. Tiene un espesor aproximado de 30 m. Se puede notar que de la base al tope existe una disminución del tamaño de grano en general, comenzando con conglomerados y areniscas de grano grueso y fino.

En el corte de la carretera que conduce al Monumento de los Héroes Caídos en el Alto de la Alianza, se puede notar que esta unidad está definida claramente por tres secuencias:

La primera corresponde a secuencias de canales efímeros formada por depósitos residuales de conglomerados que gradan hacia arenas gruesas. El conjunto presenta una secuencia gris clara y tiene un espesor de 4 m. A continuación una segunda secuencia de 12 m. aproximadamente, formada por arenas gruesas de color gris oscuro, con intercalaciones de capas de conglomerados de hasta 20 cm. La tercera secuencia tiene 10 m.

aproximadamente y corresponde a un evento de actividad volcánica formada por intercalaciones de 50 cm. de arenas tufáceas de tonalidades verdes con ignimbritas cremas de Lapilli.

Depósitos fluviales (Q fl)

Dentro de estos depósitos cuaternarios se consideran aquellos formados por las corrientes de los ríos. Se ubican a lo largo del Valle del Río Caplina, el cual ha definido claramente depósitos de canal y depósitos de llanura de inundación.

Los depósitos fluviales de canal (Q fl_c) son aquellos que definen el curso de los ríos, están conformados principalmente de gravas y guijarros con relleno arenoso. Con la ayuda de fotografías aéreas y excavación de calicatas se pudo definir su extensión. Se pudo notar que su mayor desarrollo se extiende a lo largo del distrito Gregorio Albarracín (Cono Sur), donde parte de ellos, son explotados como agregados para construcción.




JOSE VARGAS CATAGORA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

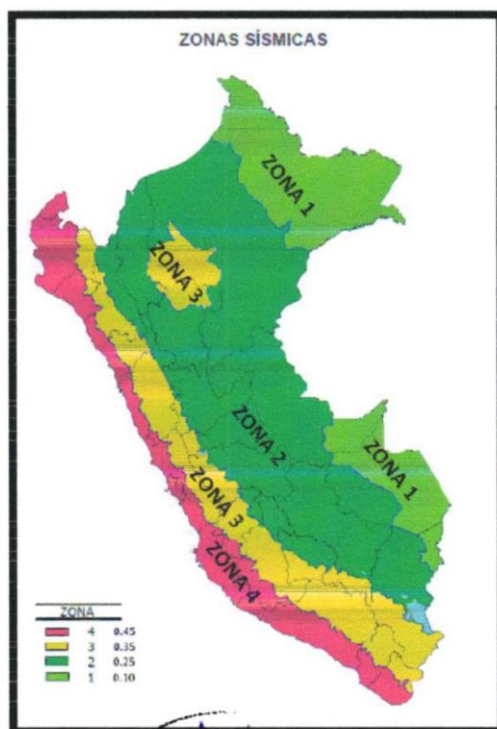
2.1 SISMICIDAD

Según análisis sismo tectónicos, existen en el mundo dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como: el Círculo Alpino Himalayo y el Circulo Pacifico. En esta última zona han ocurrido el 80 % de los eventos sísmicos, quedando el 15 % para el Circulo Alpino Himalayo, y el 5 % restante se reparte en todo el mundo.

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas es el trabajo del Silgado (1978), que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú. De lo anterior se concluye que de acuerdo al área sísmica donde se ubica la zona en estudio existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden VIII en la escala de Mercalli Modificada.

2.2 PARAMETROS DE SISMOS

Conforme lo mencionado en la norma sismo-Resistente E-030, el país se encuentra dividido en las zonas siguientes:



JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Zona 1.- Comprende la ciudad de Iquitos, y parte del Departamento de Iquitos, parte del Departamento de Ucayali y Madre de Dios; en esta región la sismicidad es baja.

Zona 2.- En esta zona la sismicidad es medía. Comprende el resto de la región de la selva, Puno, Madre de Dios, y parte del Cusco. En esta región los sismos se presentan con mucha frecuencia, pero no son percibidos por las personas en la mayoría de las veces.

Zona 3.- Es la zona de la sierra Comprende toda la Sierra peruana, de Tumbes a Tacna, la sierra norte y central, así como, parte de ceja de selva.

Zona 4.- Es la zona de más alta sismicidad. Comprende toda la costa peruana, de Tumbes a Tacna, es la zona más afectada por los fenómenos telúricos. De acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica del Perú, la zona de estudio se encuentra ubicada en Tacna, por tanto, en la Zona 4, correspondiéndole una Sismicidad alta con intensidad mayor de VII en la escala modificada de Mercalli, los registros históricos dan una aceleración de la gravedad del terreno de hasta 0.45 g; y del desplazamiento continental relacionada a la tectónica de placas, un coeficiente que varía desde 0.10 hasta 0.30. Las




JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

Fuerzas sísmicas horizontales cortantes en la base pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismo resistente E-030, del Reglamento Nacional de Edificaciones, según la siguiente relación:

$$V = \frac{(ZxUxSxC) \times P}{R}$$

Donde:

V = CORTANTE BASAL

Z= FACTOR DE ZONA

U= FACTOR DE USO

S= FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DEL SUELO

C= FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

R =COEFICIENTE DE REDUCCIÓN

P= PESO DE LA EDIFICACIÓN

En el mapa de Zonificación Sísmica de la Zona, se observa que el perfil de suelo para la zona de estudio es tipo S2, el cual corresponde a estratos Intermedios. Esto es válido para la zona en donde se proyecta emplazar la estructura proyectada. El valor del periodo predominante del suelo es adoptado de la norma E-030 del RNE.

CUADRO I

COEFICIENTES SÍSMICOS

ZONA 4	Z	=	0.45
FACTOR DE USO	U	=	1.5
FACTOR DE AMPLIACION DEL SUELO	S	=	1.05
PERIODO PREDOMINANTE	Tp(s)	=	0.60
	Tl (s)	=	2.0

3.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

3.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS

La fase de exploración de suelos enmarcado en el firme objetivo de investigar las características físico químicas de las calicatas que se han explorado, las



JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP 106241

cuales tienen la siguiente secuencia:

3.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Esta fase tuvo como objetivo reconocer el terreno en el cual se establecería el estudio, asimismo el grado de dificultad y los inconvenientes posibles en la ejecución de la fase de campo, período en el cual se trabajó a tiempo completo para conseguir los fines del estudio.

El suelo que cubre la zona de estudio está compuesto por Gravas arenosas de origen aluvial, siendo suelos transportados por el lecho de Río con partículas de canto rodado.

Asimismo, como parte de esta fase se realizó la recolección de muestras para su posterior análisis en laboratorio y analizar el comportamiento previo del suelo.

3.3 FASE DE CAMPO (MUESTREO)

La presente etapa es una de las más importantes, pues incluye la apreciación visual de las características del suelo, y el muestreo del terreno, sea en forma alterada o inalterada; dichas muestras serán luego sometidas a pruebas en laboratorio, para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos. Se realizaron 02 calicata ubicadas en toda el area de estudio, de profundidades de 3.00 m.

En esta etapa previa a los ensayos de laboratorio se ha identificado superficialmente 01 tipo de suelo: gravas arenosas con presencia de bolones hasta de 8 " de diametro.

CUADRO DE CALICATAS

Calicata	Prof. (m)	NIVEL FREATICO
CALICATA 01	0.0 – 3.00	NO SE ENCONTRO
CALICATA 02	0.0 – 3.00	NO SE ENCONTRO

4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO




 JOSE VARGAS CATAPURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

Los ensayos se realizaron en base a las muestras obtenidas y seleccionadas como representativas en la etapa de trabajo de campo.

Los trabajos de gabinete y ensayos se realizaron en laboratorio propio de TECNICOS CONSULTORES DEL SUR SCRL

A continuación se detallan los ensayos realizados:

4.1 ENSAYOS ESTANDAR

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

Análisis Granulométrico por Tamizado	Norma ASTM D 422
Límite Líquido	Norma ASTM D 4318
Límite plástico	Norma ASTM D 4318
Contenido de Humedad	Norma ASTM D 2216
Densidad In Situ	Norma ASTM D 1556
Densidades Máximas y Mínimas	

4.2 ENSAYOS ESPECIALES

Análisis químicos para determinar el contenido de:

- Sales Solubles Totales (ASTM D1889).
- Porcentaje de Sulfatos (ASTM D516).
- Porcentaje de Cloruros (ASTM D512).

Los resultados se muestran en el Anexo – Resultado de los Ensayos de Laboratorio.

De los resultados obtenidos se constata la presencia, hasta la profundidad máxima explorada, que en términos generales el suelo de la zona en estudio está constituido por Gravas arenosas bien y mal graduadas con poco finos no plásticos, en estado semi denso color gris, siendo suelos de origen aluvial clasificados como GP y GW; no se encontró Napa Freática.

4.3 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

CALICATA 01

Estrato 01. Comprende desde 0.00 a 3.00 m. conformado por Grava Mal graduada, con arena y poco finos no plásticos siendo suelos de origen fluvial




 JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

con partículas de canto rodado color gris con boloneria aislada en estado semi denso.

CALICATA 02

Estrato 01. Comprende desde 0.00 a 3.00 m. conformado por Grava Mal graduada, con arena y poco finos no plásticos siendo suelos de origen fluvial con partículas de canto rodado color gris con boloneria aislada en estado semi denso.

4.4 AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

Con la finalidad de estimar el grado de agresividad del suelo hacia las estructuras de concreto y acero proyectada, se realizaron los ensayos químicos consistentes en la determinación de cloruros y sulfatos presentes en las muestras de las calicatas.

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro de concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

De los resultados de los análisis químicos efectuados, a partir de las muestras obtenidas de las calicatas tenemos:

MUESTRA	SALES TOTALES		SULFATOS NTP 339 178 - 2002		CLORUROS NTP 339 178 - 2002	
	%	P.P.M	%	P.P.M	%	P.P.M
CALICATA 01 - ESTRATO 02	0.310	3100.00	0.121	1210.00	0.128	1280.00
CALICATA 02 - ESTRATO 02	0.251	2510.00	0.118	1180.00	0.121	1210.00

Para interpretar los resultados obtenidos se han usado los siguientes cuadros:




JOSE VARGAS CATAMURA
INGENIERO CIVIL
CIP 106241

REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO_4) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO_4) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'_c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Cuadro Obtenido de la Norma Técnica Peruana E-060

Presencia en el Suelo	p.p.m	Grado de Ataque	Observación
*Sulfatos	0 - 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación.
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20000	Severo	
	> 20000	Muy Severo	
*Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
*Sales Solubles Totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación.

* Comité 318 - 83 ACI

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno contiene concentraciones **moderadas** de Sulfatos y Cloruros; por lo que de acuerdo a las Normas Técnicas de Edificaciones, se recomienda el uso de cemento tipo IP para las estructuras de concreto en contacto con el suelo.




JOSE VARGAS CATACORÁ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 106241

5.0 POTENCIAL DE EXPANSION

Los suelos que presenta el área de estudio son suelos granulares que no presentan plasticidad, por lo tanto carecen de expansión

6.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

6.1 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, características de las estructuras a edificar, se recomienda cimentar a partir de una profundidad $D_f = 1.50$ m con respecto a la superficie del terreno, sobre material granular.

6.2 TIPO DE CIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta las características del proyecto y el tipo de suelo, corresponde a un diseño de zapatas aisladas con cimientos corridos de concreto ciclópeo, siendo el ing. Estructuralista quien define el tipo de cimentación.

6.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Para los cálculos de la capacidad portante admisible del suelo de fundación, se consideraron las ecuaciones de Terzaghi modificadas por Vesic:

Los parámetros utilizados en los cálculos de la cimentación de la estructura proyectada, consistente en zapatas aisladas, se tomaron de los ensayos físicos efectuados a la matriz del material gravo arenoso, del estrato donde se estima se cimentará dicha estructura.

Aplicando el Método indirecto (Densidad Relativa) Para la Determinación del Ángulo de Fricción Interna (ϕ), (fórmula de Meyerhof, suelos granulares con menos de 5 % de finos. (pasante la malla N° 200)

$$\text{Angulo de Fricción} = 30 + 0.15 \cdot Y_{rel}$$

$$Y_{rel} = (Y_{max}/Y_{nat}) \cdot (Y_{nat} - Y_{min}) / (Y_{max} - Y_{min}) \cdot 100$$

En donde:

Y_{rel} = Densidad Relativa

Y_{max} . = Densidad Maxima

Y_{nat} . = Densidad Natural




JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

Y_{min} = Densidad Mínima

En el presente estudio tenemos :

Densidad Relativa C-1 = 51.10 %

Aplicando la fórmula :

Angulo de Fricción Calicata N° 1 = 37.67°

Cohesión = 0.0 kg/cm

Densidad Relativa C-2 = 52.30 %

Aplicando la fórmula :

Angulo de Fricción Calicata N° 1 = 37.85°

Cohesión = 0.0 kg/cm

Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi para el caso de zapatas aisladas (cuadradas).

Ver formato de capacidad portante

En donde :

Q_{ult} = Capacidad última de Carga

Q_{adm} = Capacidad de Carga Admisible

FS = Factor de Seguridad

Y_d = Peso específico ó Densidad Natural seca (Kg/m³)

B = Ancho de la Cimentación

DF = Profundidad de la Cimentación

N_c, N_q, N_γ = Factores de Capacidad de carga

Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi.

a) Capacidad Portante para suelos granulares.

CALICATA 1

$$Q_u = C.N_c + 0.50 \cdot B.N_q + D_f.N_q$$

Donde

Profundidad de Cimentación

Ancho de Cimentación




JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

Factores Adimensionales	Nc = 27.0
	Nq = 17.0
	Ny = 11.0
Factor de Seguridad	F.S = 3.0
Qadm.	= q ult/FS
Qadm.	= 2.08 kg/cm2

CALICATA 2

$$Q_u = C.N_c + 0.50 \cdot B.N_q + D_f.N_y$$

Donde

Profundidad de Cimentación	DF = 1.50 m.
Ancho de Cimentación	B = 1.50 m.
Factores Adimensionales	Nc = 27.0
	Nq = 17.0
	Ny = 11.0
Factor de Seguridad	F.S = 3.0
Qadm.	= q ult/FS
Qadm.	= 2.09 kg/cm2

6.4 ANALISIS DE ASENTAMIENTOS

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento total de la cimentación a 1" (2.54cm.). Así, el asentamiento elástico inicial según la Teoría de la elasticidad (Lambe y Withman, 1,969), está dado por:

$$s = \frac{Q B (1-u^2)}{E_s} I_f$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

Q = Esfuerzo neto transmitido (CC=1.25 g/cm2) B =

Ancho de cimentación (CC=0.60 m)

Es = Módulo de Elasticidad (100 kg/m2.)

u = Relación de Poisson (0.20).

ME.=Módulo de elasticidad (1500)



Jose Vargas Catadura
JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

7.0 OBSERVACIONES

- a) El terreno en estudio se encuentra ubicado EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA SECTOR RIO SECO cuyo titular actual es la Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.
- b) No se encontró nivel freático hasta la profundidad alcanzada.
- c) De los resultados obtenidos se constata la presencia, hasta la profundidad máxima explorada, que en términos generales el suelo de la zona en estudio está constituido por un estrato superficial de relleno seguido de gravas arenosas con poco finos No plásticos en estado semi denso, presenta partículas de canto rodado, siendo suelos de lecho de río.

8.0 CONCLUSIONES

1. Por los sondeos efectuados, se determina que la cimentación de las estructuras se efectuará en el estrato de gravas arenosas, las cuales tienen como propiedad una buena Q admisible.
2. El diseño de la cimentación de las cimentaciones proyectadas, deberá utilizar los siguientes parámetros:
 - ☐ Tipo de cimentación: El tipo de cimentación será superficial, pudiendo utilizarse zapatas aisladas conectadas con cimientos corridos, siendo el especialista en estructuras quien determina el tipo y la profundidad de cimentación.
 - ☐ Estrato de apoyo de la cimentación: Se cimentará siempre sobre el estrato gravo arenoso. No se cimentará sobre relleno o en zona con presencia de arcillas y limos.
 - ☐ Nivel de cimentación: De acuerdo con las características del subsuelo, así como de la estructura a construir, se ha considerado para el análisis una profundidad de cimentación mínima de 1.50 metros ($D_f = 1.50 \text{ m.}$) con respecto a la superficie del terreno sobre el material granular.
 - ☐ Capacidad portante admisible del terreno: La capacidad admisible máxima para ser considerado en el diseño es de:




 JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP 106241

Calicata 01 = 2.08 Kg/cm². (Df = 1.50 m ; B = 1.50 m.)

Calicata 02 = 2.09 Kg/cm². (Df = 1.50 m ; B = 1.50 m.)

☐ Parámetros de diseño sismo-resistente:

COEFICIENTES SÍSMICOS

ZONA 4	Z	=	0.45
FACTOR DE USO	U	=	1.3
FACTOR DE AMPLIACION DEL SUELO	S	=	1.05
PERIODO PREDOMINANTE	T _p	=	0.6 s
	T _l	=	2.0 s.

9.0 RECOMENDACIONES

- a) En cualquier caso en que al nivel de cimentación se encuentre un lente de desechos o bolsón de arcillas o material limoso, deberá profundizarse la excavación hasta haber sobrepasado en por lo menos 20 cms en el suelo granular y vaciar en la altura de sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto ciclópeo.
- b) Se recomienda el uso de cemento Tipo IP para las estructuras de concreto en contacto con el suelo.
- c) El relleno sobre las estructuras debe ser compactado al 95% de la máxima densidad seca, considerando los datos siguientes:
 - Compactación en capas 20 cm como máximo
- d) Los trabajos de excavación deben ser supervisados por el ingeniero de seguridad de la obra.
- e) Los niveles de cimentación finales los definirá el profesional encargado de la formulación del proyecto, de acuerdo a las secciones y perfiles topográficos
- f) Cualquier dificultad no prevista en presente estudio deber ser resuelta durante el proceso constructivo, atendiendo a las especificaciones técnicas y a lo previsto en el REGLAMENTO DE EDIFICACIONES.




 JOSE VARGAS CATAPURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

- g) Los suelos del área de estudio están considerados como suelos de tipo Normal, siendo necesario para el movimiento de tierras, herramientas standares, tales como pala, picos, barretas etc.
- h) Las conclusiones y los resultados de este estudio son válidos sólo para la zona investigada y con fines de cimentación. Su uso en zonas diferentes o para otros fines no es responsabilidad del suscrito.

10.0 ANEXOS




 **JOSE VARGAS CATACURA**
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

ANEXO

ENSAYOS DE LABORATORIO



PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)


MUESTRA : TERRENO NATURAL

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU

Progresiva	C-01	C-02
Profundidad cm.	15.0	15.0
Lado	Eje	Eje
Peso de la muestra Humeda + Lata gr.	4,540.0	4,569.0
Peso de la lata gr.	0.0	0.0
Peso de la muestra humeda neta gr.	4,540.0	4,569.0
Peso de la Arena + frasco gr.	7,328.0	7,823.0
Peso de la Arena q' queda en frasco gr.	2,165.2	2,649.2
Peso de la Arena en el embudo gr.	1,850.0	1,850.0
Peso de la Arena en el hoyo gr.	3,312.8	3,323.8
Densidad de la Arena gr/cc.	1.42	1.42
Volumen del hoyo cc.	2,333.0	2,340.7
Humedad %	1.81	1.93
Densidad Humeda gr/cc	1.946	1.952
Densidad Seca gr/cc	1.911	1.915
Densidad Máxima gr/cc.	2.080	2.093
Densidad Mínima gr/cc.	1.762	1.752
Densidad Relativa %	51.1	52.3

OBSERVACIONES:


Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSÉ VARGAS CATACTORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)


MUESTRA : TERRENO NATURAL

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

DENSIDADES MAXIMAS Y MINIMAS

CALICATA Nº 01 - Estrato 01	DENSIDAD MINIMA			DENSIDAD MAXIMA		
MUESTRA Nº	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca gr	12,644	12,590	12,651	13,626	13,659	13,678
Peso del molde gr.	6,937	6,937	6,937	6,937	6,937	6,937
Peso de la muestra seca neta gr.	5,707	5,653	5,714	6,689	6,722	6,741
Volumen del molde cc.	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Densidad gr/cc.	1.767	1.750	1.769	2.071	2.081	2.087
Promedio gr/cc.	1.762			2.080		

CALICATA Nº 02 - Estrato 01	DENSIDAD MINIMA			DENSIDAD MAXIMA		
MUESTRA Nº	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca gr	12,612	12,557	12,619	13,668	13,701	13,720
Peso del molde gr.	6,937	6,937	6,937	6,937	6,937	6,937
Peso de la muestra seca neta gr.	5,675	5,620	5,682	6,731	6,764	6,783
Volumen del molde cc.	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Densidad gr/cc.	1.757	1.740	1.759	2.084	2.094	2.100
Promedio gr/cc.	1.752			2.093		


Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
Especialista en suelos, concretos y pavimentos




JOSE VARGAS CATACTORA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

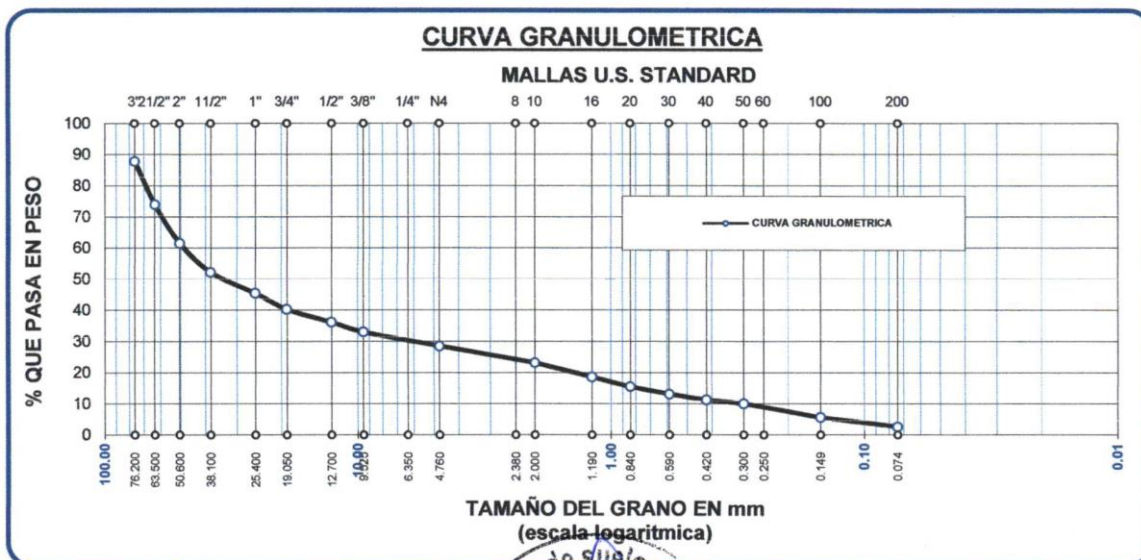
SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)

MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	963.1	12.16	12.16	87.84		MUESTRA 01 C-01
2 1/2"	63.500	1096.4	13.84	26.00	74.00		ESTRATO DE 0.00 A 3.00 M.
2"	50.600	983.2	12.41	38.41	61.59		Límites de Consistencia :
1 1/2"	38.100	746.1	9.42	47.83	52.17		LL = N.P.
1"	25.400	532.8	6.73	54.56	45.44		LP = N.P.
3/4"	19.050	412.6	5.21	59.77	40.23		IP = N.P.
1/2"	12.700	325.1	4.10	63.87	36.13		
3/8"	9.525	246.3	3.11	66.98	33.02		
1/4"	6.350						
No4	4.760	355.9	4.49	71.47	28.53		D60 52.91 CU 173.9
No8	2.380						D30 6.32 CC 2.5
No10	2.000	421.5	5.32	76.79	23.21		D10 0.30
No16	1.190	362.7	4.58	81.37	18.63		% PAS. MALLA 4 28.53
No20	0.840	249.5	3.15	84.52	15.48		% PAS MALLA 200 2.62
No30	0.590	188.7	2.38	86.91	13.09		Clasificación S.U.C.S.
No40	0.420	146.2	1.85	88.75	11.25		GP
No 50	0.300	102.6	1.30	90.05	9.95		Clasificación AASHTO
No60	0.250						A-1-a (0)
No80							Peso de la Muestra:
No100	0.149	344.2	4.35	94.39	5.61		7921.10 gr.
No200	0.074	236.8	2.99	97.38	2.62		OBSERVACIONES:
BASE		207.4	2.62	100.00	0.00		La muestra consiste de
TOTAL		7921.10	100.00				Gravas mal graduadas
% PERDIDA							con arena y finos No
							Plásticos, con presencia de
							boloneria aislada.



Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MÉCANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAFORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

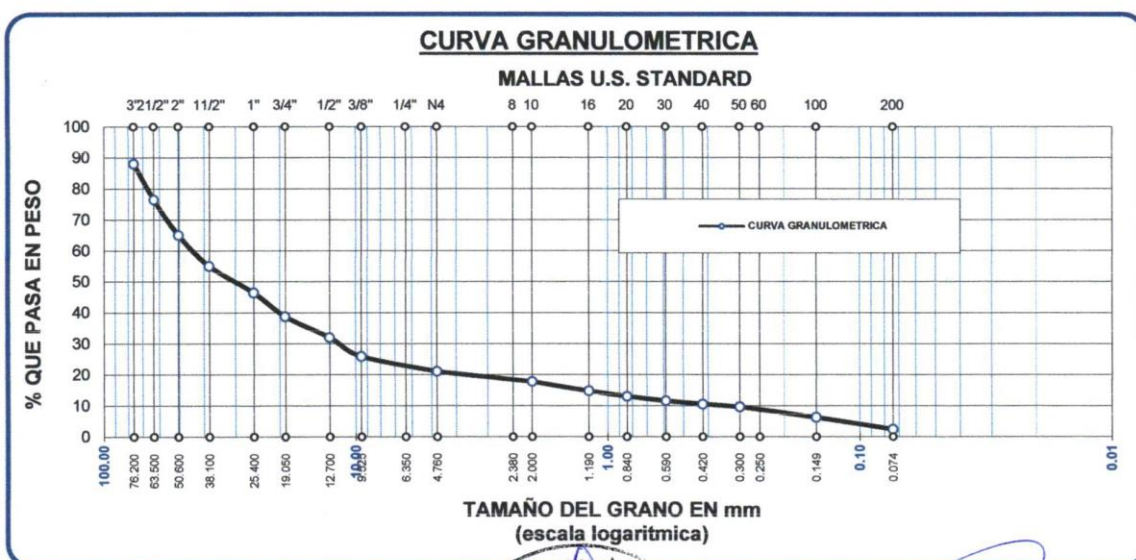
SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)

MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-2

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	1136.2	11.91	11.91	88.09		MUESTRA 01 C-02 ESTRATO DE 0.00 A 3.00 M. Límites de Consistencia : LL = N.P. LP = N.P. IP = N.P. D60 45.99 CU 130.8 D30 11.65 CC 8.4 D10 0.35 % PAS. MALLA 4 21.10 % PAS MALLA 200 2.43 Clasificación S.U.C.S. GP Clasificación AASHTO A-1-a (0) Peso de la Muestra: 9537.40 gr. OBSERVACIONES: La muestra consiste de Gravas mal graduadas con arena y finos No Plásticos, con presencia de bolonería aislada.
2 1/2"	63.500	1102.7	11.56	23.47	76.53		
2"	50.600	1089.3	11.42	34.90	65.10		
1 1/2"	38.100	962.7	10.09	44.99	55.01		
1"	25.400	823.4	8.63	53.62	46.38		
3/4"	19.050	732.4	7.68	61.30	38.70		
1/2"	12.700	638.4	6.69	68.00	32.00		
3/8"	9.525	577.9	6.06	74.06	25.94		
1/4"	6.350						
No4	4.760	462.1	4.85	78.90	21.10		
No8	2.380						
No10	2.000	316.8	3.32	82.22	17.78		
No16	1.190	288.6	3.03	85.25	14.75		
No20	0.840	166.1	1.74	86.99	13.01		
No30	0.590	134.1	1.41	88.40	11.60		
No40	0.420	103.8	1.09	89.48	10.52		
No 50	0.300	86.4	0.91	90.39	9.61		
No60	0.250						
No80							
No100	0.149	319.7	3.35	93.74	6.26		
No200	0.074	365.4	3.83	97.57	2.43		
BASE		231.4	2.43	100.00	0.00		
TOTAL		9537.40	100.00				
% PERDIDA							



Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC.LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L., PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)

MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL

FECHA : TACNA, MAYO DEL 2021

CALICATA 01 - ESTRATO 02

MUESTRA N°		1	2
Recipiente N°		1	2
Peso del recipiente	gr.	75.5	94.0
Peso del recipiente + la muestra húmeda	gr.	793.2	829.8
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	780.6	816.6
Peso del Agua	gr.	12.6	13.2
Peso de la muestra seca neta	gr.	705.1	722.6
Porcentaje de humedad	%	1.79	1.83
Promedio	%	1.81	

CALICATA 02 - ESTRATO 02

MUESTRA N°		1	2
Recipiente N°		1	2
Peso del recipiente	gr.	75.5	94.0
Peso del recipiente + la muestra húmeda	gr.	753.0	855.9
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	740.3	841.3
Peso del Agua	gr.	12.7	14.6
Peso de la muestra seca neta	gr.	664.8	747.3
Porcentaje de humedad	%	1.91	1.95
Promedio	%	1.93	

Oswaldo Martin Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

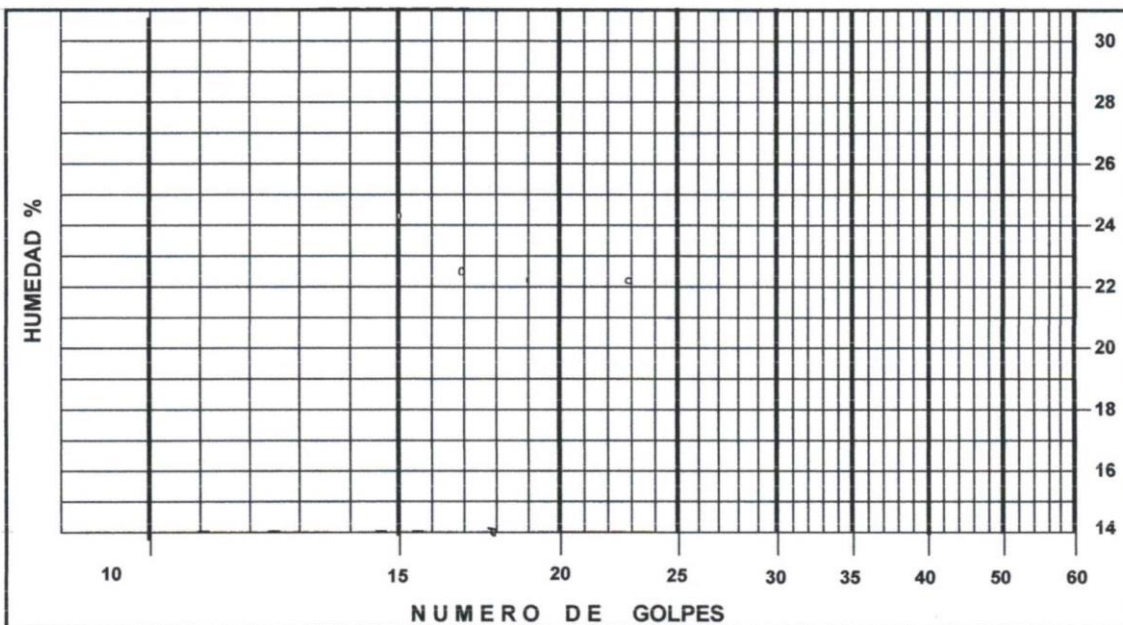
MUESTRA : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG

NORMA ASTM D-4318

DESCRIPCION	UNID.	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N° DE GOLPES			
TARRO N°			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	gr.	SIN DATOS, PORQUE NO SE PUDO REALIZAR EL ENSAYO	
PESO SUELO SECO + TARA	gr.		
PESO DEL AGUA	gr.		
PESO DE LA TARA	gr.		
PESO DEL SUELO SECO	gr.		
HUMEDAD	%		
L L: N.P. %		L P: N.P. %	I P: N.P. %



OBSERVACIONES :

- 1- N.P. = NO PLASTICO O PLASTICIDAD NULA
- 2- NO SE PUEDE REALIZAR EL ENSAYO DE PLASTICIDAD POR TRATARSE DE SUELOS GRANULARES DE CONSISTENCIA NO PLASTICA CON BAJO CONTENIDO DE FINOS.
- 3- AL NO OBTENER DATOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS, LOS RECUADROS O FORMATOS EN BLANCO.

Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC.LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)

MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

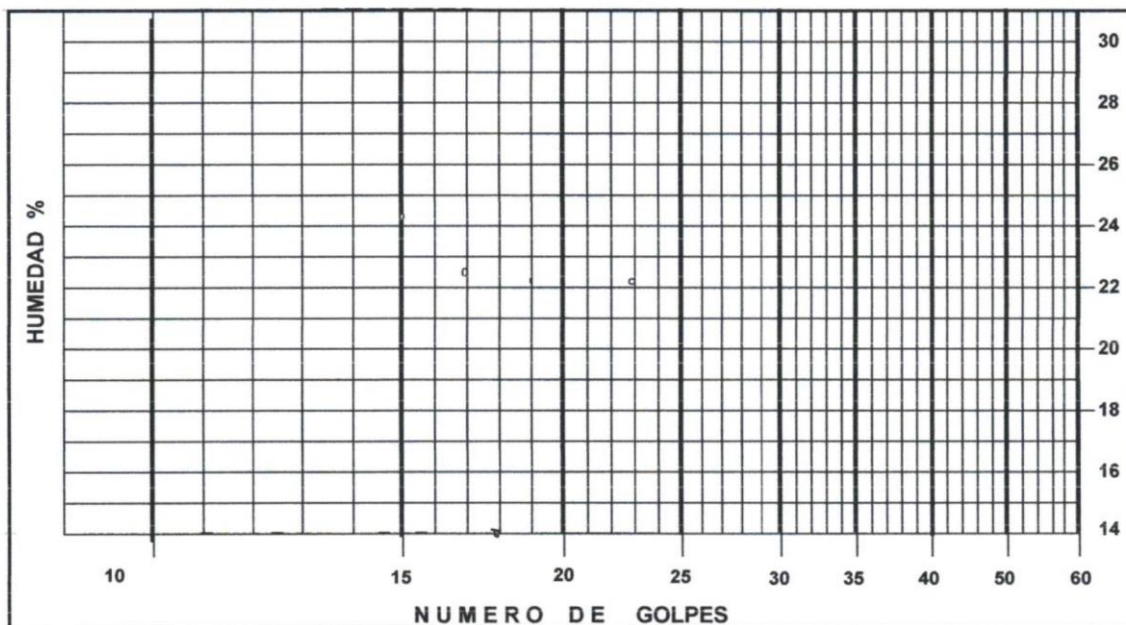
MUESTRA : TERRENO NATURAL C-2

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG

NORMA ASTM D-4318

DESCRIPCION	UNID.	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
N° DE GOLPES			
TARRO N°			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	gr.	SIN DATOS, PORQUE NO SE PUDO REALIZAR EL ENSAYO	
PESO SUELO SECO + TARA	gr.		
PESO DEL AGUA	gr.		
PESO DE LA TARA	gr.		
PESO DEL SUELO SECO	gr.		
HUMEDAD	%		
L L: N.P. %		L P: N.P. %	I P: N.P. %



OBSERVACIONES :

- 1.- N.P. = NO PLASTICO O PLASTICIDAD NULA
- 2.- NO SE PUEDE REALIZAR EL ENSAYO DE PLASTICIDAD POR TRATARSE DE SUELOS GRANULARES DE CONSISTENCIA NO PLASTICA CON BAJO CONTENIDO DE FINOS.
- 3.- AL NO OBTENER DATOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS, LOS RECUADROS O FORMATOS EN BLANCO.

Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSE VARGAS CATACORA
INGENIERO CIVIL
CIP: 106241

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA DE LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L., PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L., PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.
SOLICITANTE : ALARCON BARZORDA POOL (ORCID : 0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA STHEFANY JESUS (ORCID : 0000-0001-9250-2291)
MUESTRA : TERRENO NATURAL - RETENIDO EN EL TAMIZ N° 4.
FECHA : TACNA, MAYO DEL 2021

ENSAYO DE PESOS ESPECIFICOS

DESCRIPCION		SUELOS RETENIDO EN TAMIZ N° 4					
MUESTRA N°		1	2	3	4		
Peso de la Muestra Seca	gr.	702.5	692.5	680.0			
Volumen Inicial	gr.	581.0	544.8	558.9			
Volumen Final	g.	845.9	802.0	811.6			
Volumen desplazado	cc.	264.9	257.2	252.7			
Peso específico	gr/cc.	2.652	2.692	2.691			
Peso específico Promedio	gr/cc.	2.678					




Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSÉ VARGAS CATAGORA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

ENSAYO DE PESOS UNITARIOS

NORMA ASTM C - 29

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA DE LA CUENCA DEL RIO CAPLINA

SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCON BARZORDA POOL (ORCID : 0000-0002-3360-149X)

MIO MEDINA STHEFANY JESUS (ORCID : 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL - RETENIDO EN EL TAMIZ N° 4.

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

SUELO NATURAL PASANTE TAMIZ N° 4	UND.	S U E L T O			VARILLADO		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca	gr.	13,552	13,669	13,598	14,210	14,152	14,390
Peso del molde	gr.	8,300	8,300	8,300	8,300	8,300	8,300
Peso de la muestra seca neta	gr.	5,252	5,369	5,298	5,910	5,852	6,090
Volumen del molde	cc.	3,224	3,224	3,224	3,224	3,224	3,224
Peso Unitario	gr/cc.	1.629	1.665	1.643	1.833	1.815	1.889
Promedio	gr/cc.	1.646			1.846		

SUELO NATURAL RETENIDO TAMIZ N° 4	UND.	S U E L T O			VARILLADO		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca	gr.	12,852	12,801	12,906	13,242	13,412	13,337
Peso del molde	gr.	8,300	8,300	8,300	8,300	8,300	8,300
Peso de la muestra seca neta	gr.	4,552	4,501	4,606	4,942	5,112	5,037
Volumen del molde	cc.	3,224	3,224	3,224	3,224	3,224	3,224
Peso Unitario	gr/cc.	1.412	1.396	1.429	1.533	1.586	1.562
Promedio	gr/cc.	1.412			1.560		



Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSE VARGAS CAYACORA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA DE LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.
UBICACIÓN : DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.
SOLICITANTE : ALARCON BARZORDA POOL (ORCID : 0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA STHEFANY JESUS (ORCID : 0000-0001-9250-2291)
MUESTRA : TERRENO NATURAL - RETENIDO EN EL TAMIZ N° 4.
FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DE LA ARENA
NORMA ASTM C-128

MATERIAL NATURAL PASANTE TAMIZ N° 4		1	2
Peso de la fiola + muestra + Agua	gr.	964.1	964.1
Peso de la fiola + Agua	gr.	652.3	652.4
Peso de la muestra (sss)	gr.	500.0	500.0
Volumen desplazado	cc.	188.2	188.3
Peso especifico	gr/cc.	2.657	2.655
Promedio	gr.cc.	2.656	




Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP: 106241

ANALISIS QUIMICO DE SALES

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

MUESTRA	SALES TOTALES		SULFATOS NTP 339 178 - 2002		CLORUROS NTP 339 178 - 2002	
	%	P.P.M	%	P.P.M	%	P.P.M
CALICATA 01 - ESTRATO 02	0.310	3100.00	0.121	1210.00	0.128	1280.00
CALICATA 02 - ESTRATO 02	0.251	2510.00	0.118	1180.00	0.121	1210.00

OBSERVACIONES :


Oswaldo Martin Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS




 JOSE VARGAS CATACTORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

ANEXO

PERFIL ESTATIGRAFICO



PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

PERFIL ESTRATIGRAFICO

CALICATA C-01

PERFORACION A CIELO ABIERTO	CLASIFICACION		SIMBOLOGIA	CLASIFICACION		CONSTANTES FISICAS			% PASA MALLA
	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	
0.0 cm									
20 cm									
40 cm									
60 cm									
80 cm									
100 cm									
120 cm									
140 cm									
160 cm	M-2	Grava Mal graduada , con arena y poco finos no plasticos siendo suelos de origen fluvial con particulas de canto rodado color gris con boloneria aislada en estado semi denso		A-1-a(0)	GP	N.P.	N.P.	N.P.	2.62
180 cm									
200 cm									
220 cm									
240 cm									
260 cm									
280 cm									
300 cm									

Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC.LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAFORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-2

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

PERFIL ESTRATIGRAFICO

CALICATA C-02

PERFORACION A CIELO ABIERTO	CLASIFICACION		SIMBOLOGIA	CLASIFICACION		CONSTANTES FISICAS			% PASA MALLA
	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	
0.0 cm									
20 cm									
40 cm									
60 cm									
80 cm									
100 cm									
120 cm									
140 cm									
160 cm	M-2	Grava Mal graduada , con arena y poco finos no plasticos siendo suelos de origen fluvial con particulas de canto rodado color gris con boloneria aislada en estado semi denso		A-1-a(0)	GP	N.P.	N.P.	N.P.	2.43
180 cm									
200 cm									
220 cm									
240 cm									
260 cm									
280 cm									
300 cm									


Oswaldo Martin Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSE VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

ANEXO

CAPACIDAD PORTANTE



CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA 01
PROFUNDIDAD	MT	0.00 - 3.00
CLASIFICACION SUCS		GP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-a (0)
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	GR/CC	1.911
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	GR/CC	1.762
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	GR/CC	2.080
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	GR/CC	51.10
ANGULO FRICCION (ϕ)	G°	37.67
COHESION (C)	KG/C2	0.00
DENSIDAD HUMEDA (Dm)	GR/CC	1.946
Nc (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	27.00
Nq (Factoe de Capacidad de Carga)	S/D	17.00
Ny (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	11.00

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
Cuadrada	Rígida		
	Flexible	Centro	
		Esquina	
		Medio	
Circular	Rígida		
	Flexible	Centro	
		Esquina	
		Medio	
Rectangular	Rígida		
(S=>L/B =>2)	Flexible	Centro	
		Esquina	
		Medio	

Poisson (u)	0.15
Módulo de Elasticidad (ton/m2)	10000

Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TECNICADORISTA
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSÉ VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP: 106241

CIMENTACION CORRIDA

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

$$Q(ult.) = Sc . c . Nc + Sq . q . Nq + 1/2 . Sg . B . Pe . Ng$$

Df (m)	B (m)	Qult.(Tn/m2)	Qadm.(Kg/cm2)	Asentamiento metodo elastico			
				S(cm) Rigida	S(cm) Centro	S(cm) Esquina	S(cm) Medio
1.00	0.40	37.36	1.25	0.058	0.075	0.037	0.063
1.00	0.50	38.43	1.28	0.075	0.096	0.048	0.081
1.00	0.60	39.50	1.32	0.093	0.118	0.059	0.100
1.20	0.40	43.98	1.47	0.069	0.088	0.044	0.075
1.20	0.50	45.05	1.50	0.088	0.112	0.057	0.095
1.20	0.60	46.12	1.54	0.108	0.138	0.069	0.117
1.40	0.40	50.60	1.69	0.079	0.101	0.051	0.086
1.40	0.50	51.67	1.72	0.101	0.129	0.065	0.109
1.40	0.60	52.74	1.76	0.124	0.158	0.079	0.134

Oswaldo Martin Aguilar Pacci
TEC.LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

CIMENTACION CUADRADA

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L., PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)

MIO MEDINA, STEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : TACNA, MAYO DEL 2021

$$Q(ult.) = 1.3 Sc. c. Nc + Sq. q. Nq + 0.4 Sg. B. Pe. Ng$$

Df (m)	B (m)	Qult.(Tn/m2)	Qadm.(Kg/cm2)	Asentamiento metodo elastico		
				S(cm) Rigida	S(cm) Centro	S(cm) Esquina
1.00	1.00	41.64	1.39	0.111	0.152	0.076
1.00	1.50	45.93	1.53	0.184	0.251	0.126
1.00	2.00	50.21	1.67	0.268	0.366	0.183
1.00	2.50	54.49	1.82	0.364	0.497	0.249
1.00	3.00	58.77	1.96	0.471	0.643	0.322
1.50	1.00	58.19	1.94	0.155	0.212	0.106
1.50	1.50	62.47	2.08	0.250	0.342	0.171
1.50	2.00	66.75	2.22	0.357	0.487	0.244
1.50	2.50	71.03	2.37	0.474	0.648	0.324
1.50	3.00	75.31	2.51	0.604	0.824	0.412
2.00	1.00	74.73	2.49	0.200	0.273	0.136
2.00	1.50	79.01	2.63	0.317	0.432	0.216
2.00	2.00	83.29	2.78	0.445	0.608	0.304
2.00	2.50	87.57	2.92	0.585	0.799	0.399
2.00	3.00	91.85	3.06	0.736	1.006	0.503
2.50	1.00	91.27	3.04	0.244	0.333	0.167
2.50	1.50	95.55	3.18	0.383	0.523	0.262
2.50	2.00	99.83	3.33	0.533	0.729	0.364
2.50	2.50	104.11	3.47	0.695	0.950	0.475
2.50	3.00	108.39	3.61	0.869	1.187	0.593
3.00	1.00	107.81	3.59	0.288	0.393	0.197
3.00	1.50	112.09	3.74	0.449	0.614	0.307
3.00	2.00	116.37	3.88	0.622	0.849	0.425
3.00	2.50	120.65	4.02	0.806	1.101	0.550
3.00	3.00	124.93	4.16	1.001	1.368	0.684

Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC.LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA
INGENIERO CIVIL
CIP.106241

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-2

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA 02
PROFUNDIDAD	MT	0.00 - 3.00
CLASIFICACION SUCS		GP
CLASIFICACION AASHTO		A-1-a (0)
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	GR/CC	1.915
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	GR/CC	1.752
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	GR/CC	2.093
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	GR/CC	52.30
ANGULO FRICCION (ϕ)	G°	37.85
COHESION (C)	KG/C2	0.00
DENSIDAD HUMEDA (Dm)	GR/CC	1.952
Nc (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	27.00
Nq (Factoe de Capacidad de Carga)	S/D	17.00
Ny (Factor de Capacidad de Carga)	S/D	11.00

Cimentación	Valores de If (cm/m)	
Cuadrada	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
		Medio
Circular	Rígida	
	Flexible	Centro
		Esquina
		Medio
Rectangular	Rígida	
(5=>L/B =>2)	Flexible	Centro
		Esquina
		Medio

Poisson (u)	0.15
Módulo de Elasticidad (ton/m2)	10000


Oswaldo Martín Aguilar Pacci
TEC. LABORATORISTA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSÉ VARGAS CATACURA
INGENIERO CIVIL
CIP-106241

CIMENTACION CORRIDA

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)
MIO MEDINA, STHEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-2

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

$$Q(ult.) = Sc . c . Nc + Sq . q . Nq + 1/2 . Sg . B . Pe . Ng$$

Df (m)	B (m)	Qult.(Tn/m2)	Qadm.(Kg/cm2)	Asentamiento metodo elastico			
				S(cm) Rigida	S(cm) Centro	S(cm) Esquina	S(cm) Medio
1.00	0.40	37.48	1.25	0.059	0.075	0.038	0.064
1.00	0.50	38.55	1.29	0.075	0.096	0.048	0.082
1.00	0.60	39.63	1.32	0.093	0.119	0.060	0.101
1.20	0.40	44.12	1.47	0.069	0.088	0.044	0.075
1.20	0.50	45.19	1.51	0.088	0.113	0.057	0.096
1.20	0.60	46.26	1.54	0.109	0.138	0.070	0.118
1.40	0.40	50.75	1.69	0.079	0.101	0.051	0.086
1.40	0.50	51.83	1.73	0.101	0.129	0.065	0.110
1.40	0.60	52.90	1.76	0.124	0.158	0.080	0.134


Oswaldo Martin Aguilar Pacci
TEC.LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS




JOSE VARGAS CATACORA
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

CIMENTACION CUADRADA

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRAULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RIO CAPLINA
SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA,
DEPARTAMENTO DE TACNA.

UBICACIÓN : SECTOR RIO SECO DEL DISTRITO DE C.G.A.L. , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

SOLICITANTE : ALARCÓN BARAZORDA, JONATHAN POOL (ORCID:0000-0002-3360-149X)

MIO MEDINA, STEFANY JESUS (ORCID: 0000-0001-9250-2291)

MUESTRA : TERRENO NATURAL C-2

FECHA : TACNA , MAYO DEL 2021

$$Q(ult.) = 1.3 Sc . c . Nc + Sq . q . Nq + 0.4 Sg . B . Pe . Ng$$

Df (m)	B (m)	Qult.(Tn/m2)	Qadm.(Kg/cm2)	Asentamiento metodo elastico			
				S(cm) Rigida	S(cm) Centro	S(cm) Esquina	S(cm) Medio
1.00	1.00	41.77	1.39	0.112	0.152	0.076	0.129
1.00	1.50	46.07	1.54	0.185	0.252	0.126	0.214
1.00	2.00	50.36	1.68	0.269	0.368	0.184	0.312
1.00	2.50	54.66	1.82	0.365	0.499	0.249	0.423
1.00	3.00	58.95	1.97	0.473	0.645	0.323	0.547
1.50	1.00	58.36	1.95	0.156	0.213	0.106	0.181
1.50	1.50	62.66	2.09	0.251	0.343	0.171	0.291
1.50	2.00	66.95	2.23	0.358	0.489	0.244	0.414
1.50	2.50	71.25	2.37	0.476	0.650	0.325	0.551
1.50	3.00	75.54	2.52	0.606	0.827	0.414	0.702
2.00	1.00	74.96	2.50	0.200	0.274	0.137	0.232
2.00	1.50	79.25	2.64	0.318	0.434	0.217	0.368
2.00	2.00	83.55	2.78	0.446	0.610	0.305	0.517
2.00	2.50	87.84	2.93	0.587	0.801	0.401	0.680
2.00	3.00	92.13	3.07	0.739	1.009	0.504	0.856
2.50	1.00	91.55	3.05	0.245	0.334	0.167	0.283
2.50	1.50	95.84	3.19	0.384	0.525	0.262	0.445
2.50	2.00	100.14	3.34	0.535	0.731	0.365	0.620
2.50	2.50	104.43	3.48	0.698	0.953	0.476	0.808
2.50	3.00	108.73	3.62	0.871	1.190	0.595	1.010
3.00	1.00	108.14	3.60	0.289	0.395	0.197	0.335
3.00	1.50	112.44	3.75	0.451	0.615	0.308	0.522
3.00	2.00	116.73	3.89	0.624	0.852	0.426	0.723
3.00	2.50	121.02	4.03	0.808	1.104	0.552	0.937
3.00	3.00	125.32	4.18	1.004	1.372	0.686	1.164

Oswaldo Martin Aguilar Pacci
TEC.LABORATORISTA
MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACOP
INGENIERO CIVIL
CIP:1062

ANEXO

UBICACIÓN DE CALICATA



ANEXO

PANEL FOTOGRAFICO



CALITA N°01




JOSE VARGAS CATACTORA
INGENIERO CIVIL
BIP: 188211

CALITA N°02




 **JOSE VARGAS CATACOR**
INGENIERO CIVIL
CIP:106241

ANEXO 9.

CERTIFICADOS DE CALIBRACION

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 008 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	210053
2. Solicitante	TÉCNICOS CONSULTORES DEL SUR S.R.L.
3. Dirección	Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE □ (DIAL)
Alcance de indicación	0 mm a 10 mm
División de Escala / Resolución	0,01 mm
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	YBD-10
Número de Serie	131210
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	DIGITAL
5. Fecha de Calibración	2021-01-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-30



Firmado digitalmente por Eleazar
Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.02.02 13:37:50 -05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LL - 008 - 2021

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del DM - INACAL. Tercera Edición, 2019.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,6 °C	26,8 °C
Humedad Relativa	52 %	53 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-149-2020
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES: LLA-125-2020		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LL - 008 - 2021

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
2,00	2,01	10
4,00	4,03	30
6,00	6,05	50
8,00	8,06	60
10,00	10,07	70

Alcance del error de indicación (f_e) : 60 μm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 2 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
10,00	10,07	70
	10,07	70
	10,07	70
	10,07	70
	10,07	70

Error de Repetibilidad (f_w) : 0 μm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 2 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 025 - 2021

Página 1 de 4

1. Expediente	210053
2. Solicitante	TÉCNICOS CONSULTORES DEL SUR S.R.L.
3. Dirección	Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	EB30
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	U.S.A,
Identificación	1339675 TC (*)
Ubicación	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
5. Fecha de Calibración	2021-01-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

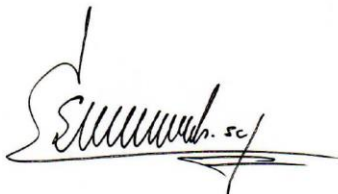
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-30



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.02.02 13:33:04
-05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LM - 025 - 2021

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27,1	27,2
Humedad Relativa (%)	57	57

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) METROIL : M-1568-2019	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-1533-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LM - 025 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	27,1 °C	27,1 °C

Medición	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
Nº	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
	Diferencia Máxima		0,1	Diferencia Máxima		0,1
	Error Máximo Permissible		± 20,0	Error Máximo Permissible		± 30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	27,2 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
3		10	0,5	0,0		10 001	0,7	0,8	0,8
4		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
5		10	0,5	0,0		9 999	0,4	-0,9	-0,9
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LM - 025 - 2021

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	27,2 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
20,0	20	0,5	0,0	0,0	20	0,5	0,0	0,0	10,0
100,0	100	0,5	0,0	0,0	100	0,5	0,0	0,0	10,0
500,0	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10,0
1 000,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,5	0,0	0,0	10,0
5 000,1	5 000	0,6	-0,2	-0,2	5 000	0,6	-0,2	-0,2	10,0
10 000,2	10 000	0,6	-0,3	-0,3	10 000	0,6	-0,3	-0,3	20,0
15 000,3	15 000	0,5	-0,3	-0,3	15 000	0,6	-0,4	-0,4	20,0
20 000,9	20 001	0,6	0,0	0,0	20 000	0,6	-1,0	-1,0	20,0
25 001,0	25 001	0,6	-0,1	-0,1	25 001	0,6	-0,1	-0,1	30,0
30 001,1	30 001	0,7	-0,3	-0,3	30 001	0,7	-0,3	-0,3	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,40 \times 10^{-5} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{2,52 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,12 \times 10^{-9} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 026 - 2021

Página 1 de 4

1. Expediente	210053
2. Solicitante	TÉCNICOS CONSULTORES DEL SUR S.R.L.
3. Dirección	Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	8000 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Clase de exactitud	II
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	WT80001CFEJ
Número de Serie	111202247
Capacidad mínima	5 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
5. Fecha de Calibración	2021-01-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2021-01-30

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.02.02 13:32:29
-05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LM - 026 - 2021

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,3 °C	27,4 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		
PESA (Clase de exactitud E1) HAFNER: 101876-D-K-15192-01-00	PESA (Clase de Exactitud F1)	M-0759-2020
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: 101873-D-K-15192-01-00	PESA (Clase de Exactitud F1)	M-0758-2020
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: 101873-D-K-15192-01-00	PESA (Clase de Exactitud F1)	M-0757-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 026 - 2021

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

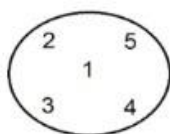
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	27,3 °C	27,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 4 000,0 g			Carga L2 = 8 000,0 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	4 000,0	50	0	8 000,1	60	90
2	3 999,9	40	-90	7 999,9	50	-100
3	3 999,8	40	-190	8 000,0	40	10
4	3 999,9	40	-90	7 999,9	50	-100
5	3 999,9	30	-80	7 999,9	40	-90
6	3 999,9	30	-80	7 999,9	40	-90
7	4 000,0	50	0	8 000,0	50	0
8	4 000,0	50	0	8 000,0	50	0
9	4 000,0	50	0	8 000,1	60	90
10	3 999,9	40	-90	8 000,0	50	0
	Diferencia Máxima		190	Diferencia Máxima		190
	Error Máximo Permissible		± 300	Error Máximo Permissible		± 300

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	27,3 °C	27,3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E(mg)	Ec (mg)
1	1,0 g	1,0	50	0	2 600,0	2 600,0	50	0	0
2		1,0	50	0		2 599,9	40	-90	-90
3		1,0	50	0		2 600,1	60	90	90
4		1,0	50	0		2 600,0	60	-10	-10
5		1,0	50	0		2 600,1	70	80	80
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				± 300

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 026 - 2021

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	27,3 °C	27,4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
1,0	1,0	50	0						
2,0	2,0	50	0	0	2,0	50	0	0	100
10,0	10,0	50	0	0	10,0	50	0	0	100
100,0	100,0	50	0	0	100,0	50	0	0	100
1 000,0	1 000,0	60	-10	-10	1 000,0	60	-10	-10	200
2 000,0	2 000,1	70	80	80	2 000,1	60	90	90	200
3 000,0	3 000,1	70	80	80	3 000,1	60	90	90	300
4 000,0	4 000,1	60	90	90	4 000,0	60	-10	-10	300
5 000,0	5 000,1	60	90	90	5 000,1	60	90	90	300
6 000,0	6 000,1	60	90	90	6 000,2	70	180	180	300
8 000,0	8 000,1	70	80	80	8 000,2	70	180	180	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,0000177 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2x\sqrt{(0,00793 \text{ g}^2 + 0,000000000288 R^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 009 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	210053
2. Solicitante	TÉCNICOS CONSULTORES DEL SUR S.R.L.
3. Dirección	Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA
4. Instrumento de Medición	PROBADOR DE HUMEDAD (SPEEDY)
Alcance de indicación	0 % a 20 %
División de Escala / Resolución	0,2 %
Marca	METROTEST
Modelo	MS-15
Número de Serie	MH-328
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALOGICA
5. Fecha de Calibración	2021-01-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

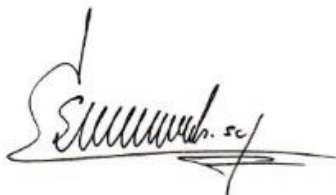
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-30



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.02.02 13:34:34
-05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Presión

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LP - 009 - 2021

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en el INV E 738 de Colombia y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,5 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	47,6 %	47,6 %

9. Patrones de Referencia

Se utilizaron patrones trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Presión del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL LFP-077-2020 / LFP-076-2020	Manómetro de Indicación Digital con Clase de Exactitud 0,05 % FS	INACAL LFP-086-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La calibración se realizó con 26 g de muestra.

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LP - 009 - 2021

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Ensayo comparativo con muestra

Húmeda de Ensayo (%)	Indicación del Equipo a Calibrar (%)	Error (%)	Incertidumbre (%)
5,0	5,2	0,2	0,06
10,0	10,2	0,2	0,06
15,0	15,4	0,4	0,06

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 014 - 2021

Página 1 de 6

1. Expediente 210053
2. Solicitante TÉCNICOS CONSULTORES DEL SUR S.R.L.
3. Dirección Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA
4. Equipo HORNO
- Alcance Máximo De 0 °C a 300 °C
- Marca A&A INSTRUMENTS
- Modelo STHX-2A
- Número de Serie 14424
- Procedencia CHINA
- Identificación NO INDICA
- Ubicación LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.


5. Fecha de Calibración 2021-01-26

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-30



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.02.02 13:33:55
-05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LT - 014 - 2021

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,8 °C	25,8 °C
Humedad Relativa	47 %	47 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteo en 110 °C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 104 - 2018	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0669 - 2019
Dirección de Metrología INACAL LT - 272 - 2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 014 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	máx-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,0	109,4	109,5	110,1	110,5	111,5	112,4	111,6	112,3	111,0	110,8	3,0
02	110,0	110,1	109,4	109,5	110,1	110,3	111,6	112,3	111,5	112,3	111,0	110,8	2,9
04	110,0	110,0	109,3	109,6	110,2	110,4	111,6	112,4	111,5	112,4	111,1	110,9	3,1
06	110,1	110,0	109,3	109,5	110,1	110,4	111,5	112,3	111,6	112,3	111,1	110,8	3,0
08	110,0	110,0	109,4	109,5	110,2	110,3	111,4	112,4	111,6	112,4	111,0	110,8	3,0
10	110,0	110,0	109,4	109,6	110,1	110,3	111,5	112,4	111,6	112,3	111,1	110,8	3,0
12	110,0	110,1	109,3	109,5	110,1	110,4	111,5	112,5	111,5	112,3	111,0	110,8	3,2
14	110,0	110,0	109,4	109,4	110,2	110,4	111,4	112,3	111,5	112,4	111,0	110,8	3,0
16	110,0	110,0	109,3	109,4	110,1	110,5	111,5	112,4	111,5	112,5	111,1	110,8	3,2
18	110,0	110,0	109,4	109,6	110,2	110,5	111,5	112,3	111,6	112,4	111,1	110,9	3,0
20	110,0	110,1	109,4	109,5	110,3	110,3	111,5	112,4	111,6	112,3	111,1	110,9	3,0
22	110,0	110,1	109,3	109,5	110,3	110,4	111,6	112,3	111,5	112,3	111,0	110,8	3,0
24	110,0	110,0	109,4	109,6	110,4	110,3	111,6	112,4	111,5	112,3	111,0	110,9	3,0
26	110,1	110,1	109,4	109,6	110,3	110,4	111,5	112,3	111,5	112,4	111,0	110,9	3,0
28	110,0	110,0	109,5	109,4	110,2	110,4	111,5	112,4	111,6	112,5	111,1	110,9	3,1
30	110,0	110,0	109,4	109,4	110,1	110,3	111,6	112,5	111,5	112,3	111,1	110,8	3,2
32	110,0	110,1	109,4	109,5	110,1	110,4	111,5	112,5	111,5	112,3	111,1	110,8	3,1
34	110,0	110,1	109,5	109,4	110,3	110,4	111,6	112,5	111,4	112,3	111,3	110,9	3,2
36	110,0	110,0	109,5	109,4	110,3	110,3	111,6	112,5	111,3	112,4	111,4	110,9	3,2
38	110,0	110,1	109,5	109,4	110,2	110,4	111,5	112,4	111,3	112,5	111,4	110,9	3,1
40	110,0	110,0	109,4	109,5	110,2	110,3	111,5	112,4	111,4	112,5	111,4	110,9	3,1
42	110,1	110,0	109,5	109,5	110,1	110,4	111,6	112,3	111,5	112,3	111,2	110,8	2,9
44	110,1	110,1	109,6	109,6	110,2	110,3	111,5	112,3	111,5	112,3	111,2	110,9	2,8
46	110,0	110,1	109,4	109,4	110,2	110,3	111,5	112,4	111,5	112,3	111,2	110,8	3,1
48	110,0	110,1	109,4	109,4	110,2	110,4	111,5	112,5	111,5	112,4	111,2	110,9	3,2
50	110,0	110,0	109,4	109,5	110,1	110,4	111,5	112,4	111,5	112,3	111,2	110,8	3,0
52	110,0	110,1	109,4	109,5	110,2	110,3	111,6	112,3	111,5	112,3	111,2	110,8	2,9
54	110,0	110,1	109,5	109,6	110,1	110,3	111,6	112,3	111,5	112,3	111,2	110,9	2,8
56	110,0	110,1	109,5	109,6	110,2	110,4	111,5	112,4	111,5	112,3	111,0	110,9	2,9
58	110,0	110,0	109,5	109,5	110,1	110,4	111,6	112,4	111,6	112,3	111,1	110,9	3,0
60	110,0	110,0	109,4	109,4	110,1	110,3	111,3	112,3	111,5	112,3	111,0	110,8	3,0
T.PRON	110,0	110,1	109,5	109,5	110,2	110,4	111,6	112,4	111,5	112,3	111,1	110,8	
T.MAX	110,1	110,1	109,6	109,6	110,4	110,5	111,6	112,5	111,6	112,5	111,4		
T.MIN	110,0	110,0	109,3	109,4	110,1	110,3	111,3	112,3	111,3	112,3	111,0		
DTT	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4		

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 014 - 2021

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,5	0,3
Mínima Temperatura Medida	109,3	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,4	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,0	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	3,2	0,3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su **"desviación de temperatura en el tiempo"** DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su **"desviación de temperatura en el espacio"** está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isothermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

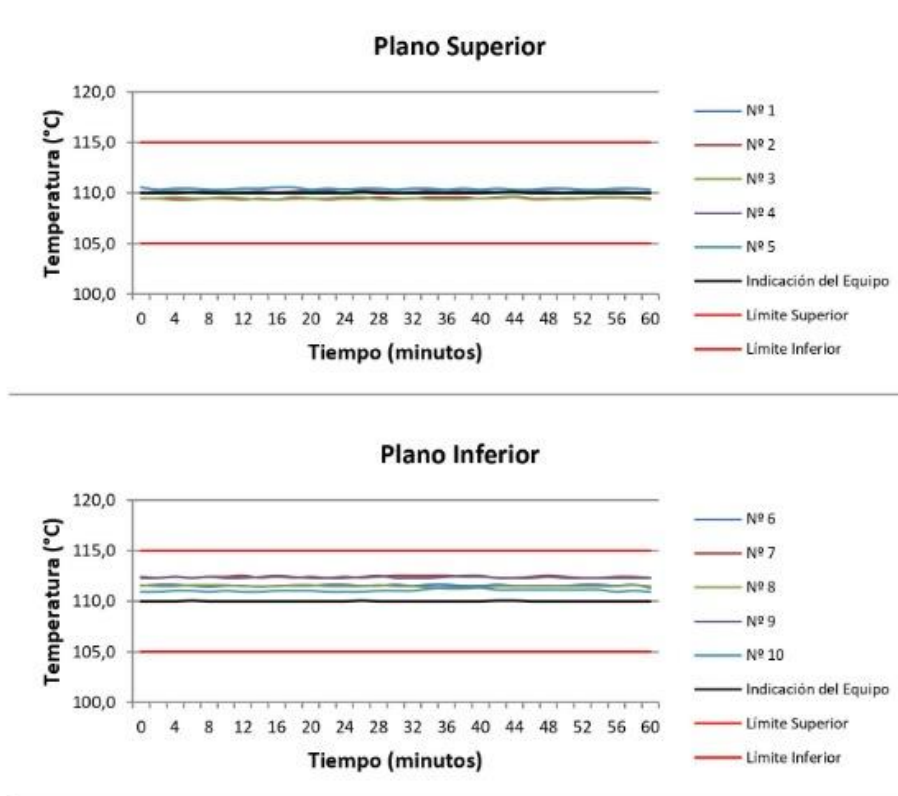
La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 014 - 2021

Página 5 de 6

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

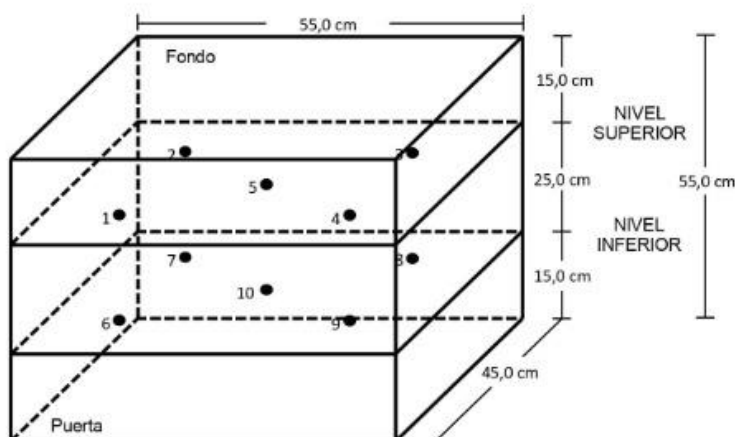


Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 014 - 2021

Página 6 de 6

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 025 - 2021

Página 1 de 4

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Expediente | 210053 |
| 2. Solicitante | TÉCNICOS CONSULTORES DEL SUR S.R.L. |
| 3. Dirección | Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA |
| Capacidad Máxima | 30 000 g |
| División de escala (d) | 1 g |
| Div. de verificación (e) | 10 g |
| Clase de exactitud | III |
| Marca | OHAUS |
| Modelo | EB30 |
| Número de Serie | NO INDICA |
| Capacidad mínima | 20 g |
| Procedencia | U.S.A, |
| Identificación | 1339675 TC (*) |
| Ubicación | LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO |
| 5. Fecha de Calibración | 2021-01-26 |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

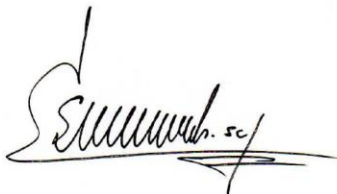
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-30



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.02.02 13:33:04
-05'00'



*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LF - 012 - 2021**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.**

Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,8 °C	26,8 °C
Humedad Relativa	52 % HR	52 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 012-20B

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LF - 012 - 2021

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	F_i (N)	F_1 (N)	F_2 (N)	F_3 (N)	$F_{Promedio}$ (N)
10	200,0	200,5	200,0	200,5	200,3
20	400,0	400,5	400,0	399,5	400,0
30	600,0	601,5	602,5	602,0	602,0
40	800,0	802,0	802,5	802,9	802,5
50	1000,0	1002,5	1003,4	1002,9	1002,9
60	1200,0	1202,5	1203,4	1202,9	1202,9
70	1400,0	1401,5	1401,0	1400,5	1401,0
80	1600,0	1604,9	1606,4	1606,9	1606,0
90	1800,0	1804,9	1806,4	1806,4	1805,9
100	2000,0	2007,8	2009,3	2008,3	2008,5
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (N)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
200,0	-0,16	0,24	---	0,50	0,15
400,0	0,00	0,25	---	0,25	0,15
600,0	-0,33	0,16	---	0,17	0,15
800,0	-0,31	0,12	---	0,13	0,15
1000,0	-0,29	0,10	---	0,10	0,15
1200,0	-0,24	0,08	---	0,08	0,15
1400,0	-0,07	0,07	---	0,07	0,15
1600,0	-0,38	0,12	---	0,06	0,15
1800,0	-0,33	0,08	---	0,06	0,15
2000,0	-0,42	0,07	---	0,05	0,15

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

*Laboratorio de Fuerza**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LF - 012 - 2021

Página 4 de 4

Método de Calibración*Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador***Factor de Multiplicación 1 : 12**

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	-
1,275	15,25	15,30	15,3	12,0
2,55	30,50	30,55	30,5	12,0
5	60,20	60,25	60,2	12,0
7,55	91,50	91,45	91,5	12,1
Promedio				12,0

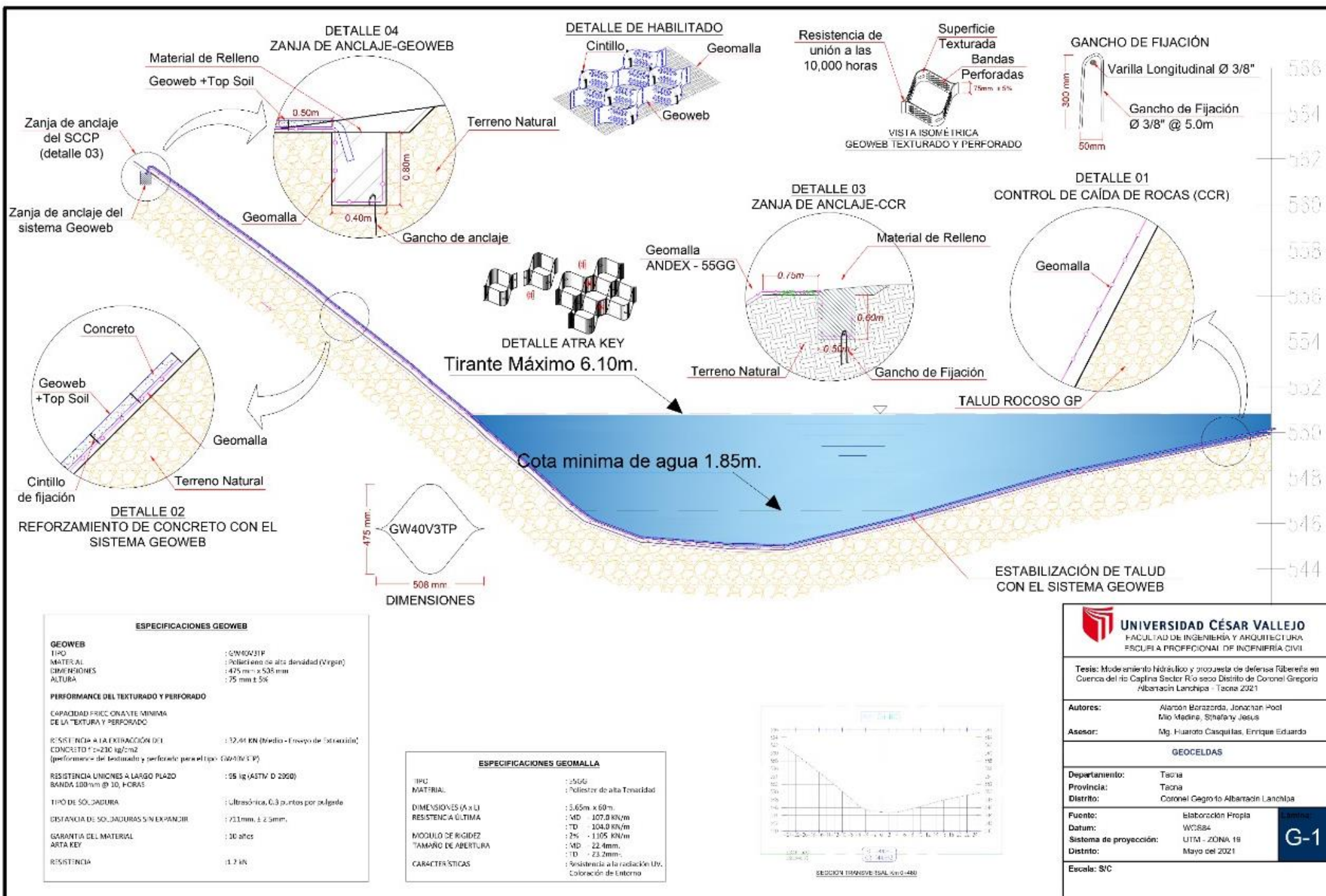
12. Incertidumbre

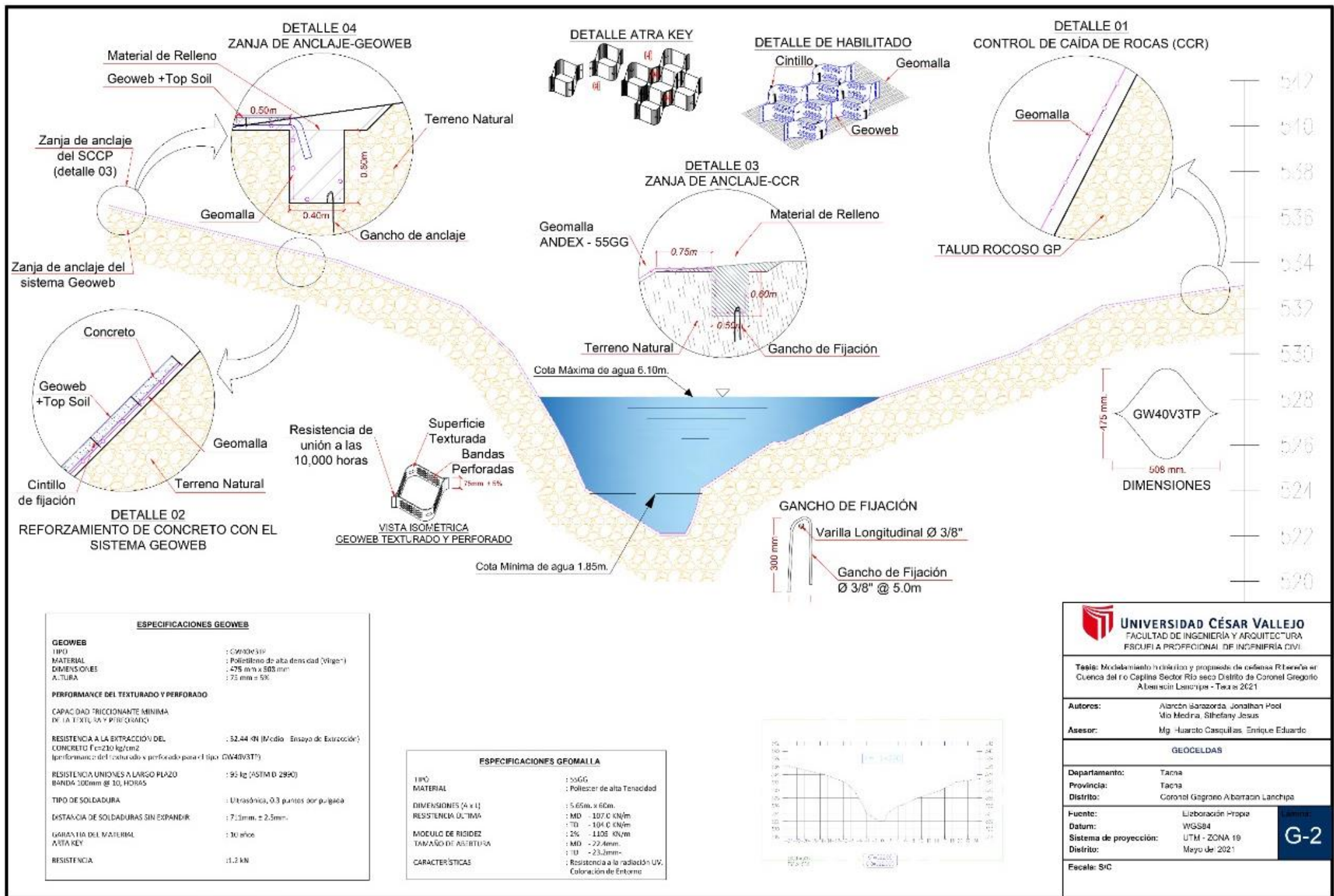
La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

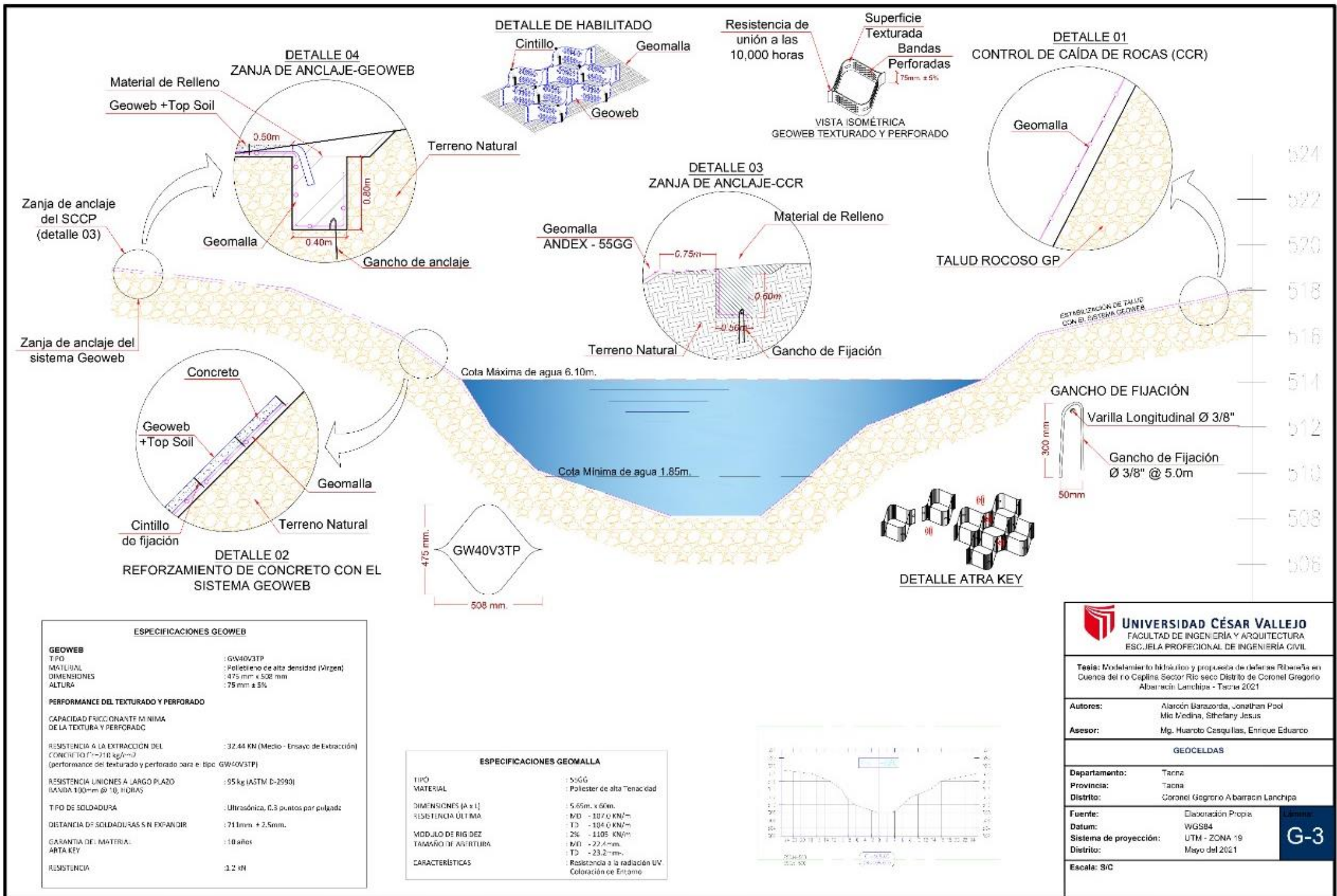
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

ANEXO 10.

PLANO DE GEOCELDAS







ANEXO 11.

FICHA TECNICA PRESTO GEOSYSTEMS

PRESTO



GEOWEB®

Sistema de estabilización de suelos



El sistema de geoceldas más completo

GEOWEB® PEAD

FUERZA Y FLEXIBILIDAD PERFECCIONADAS.

Para la tecnología de estabilización de suelos más avanzada, confíe en el sistema de geoceldas PEAD más probado y sólido del mundo, GEOWEB®, para resolver problemas difíciles de estabilidad de suelo.



GEOWEB® GENUINO

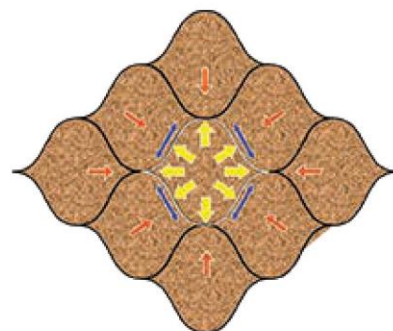
TECNOLOGÍA AVANZADA DE GEOCELDAS

Presto Geosystems® introdujo la tecnología de confinamiento de suelos con "geoceldas" al mercado civil en la década de 1980 y sigue desarrollando más aplicaciones y funciones para resolver problemas de estabilidad del suelo en soporte de carga, protección de taludes y canales, y soluciones de muro.

RENDIMIENTO GEOWEB®

UNA ALTA DENSIDAD BRINDA UN ALTO RENDIMIENTO

La tecnología de confinamiento celular es poderosa, pero simple. A través de una red de celdas interconectadas 3D, el relleno está confinado y es resistente al movimiento. El sistema GEOWEB® "transforma" el relleno a través del confinamiento, lo que proporciona resistencia y estabilización a los suelos sin cohesión para una gran cantidad de aplicaciones, desde carreteras hasta terraplenes empinados.





PRESTO GEOWEB® LO QUE NOS DIFERENCIA

ENFOQUE EN LA INNOVACIÓN

Respondemos ante la necesidad del sector de contar con diseños más sólidos e instalaciones más rápidas a través de pruebas e investigaciones continuas. Como resultado, se obtienen avances de productos y accesorios del sistema integrales e innovadores, que ofrecen soluciones completamente diseñadas. **El sistema GEOWEB® es la única geocelda que ofrece una solución completa de diseño y construcción.**

CONOCEMOS LAS GEOCELAS

El rendimiento y la confiabilidad del producto han sido la base del éxito del producto GEOWEB® desde su inicio comercial a principios de los años 80. Ingenieros de todo el mundo han colaborado con nosotros en miles de soluciones de diseño. La experiencia adquirida en tantas instalaciones con aplicaciones y entornos de suelos exigentes se traduce en el valor de todos los proyectos.

Simplemente ofrecemos la experiencia que ningún otro fabricante puede proporcionar.

EL PEAD VIRGEN ES EL MEJOR

El sistema GEOWEB® de Presto solo se fabrica con el material virgen de polietileno de alta densidad (PEAD) de mejor calidad. ¿Por qué usamos PEAD? El PEAD proporciona un **equilibrio perfecto entre resistencia y flexibilidad**, así como características de rendimiento constantes, que le permite soportar las aplicaciones de los proyectos más exigentes. Las geoceldas de PEAD 3D de GEOWEB® ofrecen una garantía que solo puede venir con un historial de 35 años comprobado; algo simplemente no ofrecido por otros materiales a base de tejidos o polímeros mezclados y reciclados. El PEAD es el material de confinamiento celular más aceptado y comprobado por un simple motivo: **se ha demostrado que las geoceldas PEAD de GEOWEB® funcionan.**

CALIDAD COMPROBADA Y ACREDITADA

Para garantizar que nuestros clientes reciban la más alta calidad de forma constante y en todo momento, fabricamos el sistema GEOWEB® de conformidad con las normas de calidad ISO y CE. La resistencia de la soldadura uniforme y la resistencia máxima de la unión son de fundamental importancia para el rendimiento del sistema.

Estamos comprometidos con nuestros programas de calidad.

- Normas/Internacionales ISO 9001:2015
- Marcado CE conforme el cumplimiento de las normas armonizadas de la UE.

METODOLOGÍA DE DISEÑO CON RESPALDO DE INVESTIGACIÓN

Con las herramientas de modelado de diseño desarrolladas a partir de nuestras investigaciones y avances líderes en productos, ofrecemos a los ingenieros opciones de diseño únicas para resolver los desafíos del sitio, que no están disponibles con otros sistemas.

Nuestra **evaluación gratuita de proyectos** es un servicio de valor que se ofrece para garantizar que los proyectos estén diseñados para llevarse a cabo. Ofrecemos certeza respaldada por pruebas de rendimiento.

LA RED MÁS GRANDE DE APOYO LOCAL

Nuestros distribuidores y representantes son expertos que están bien capacitados y listos para respaldar cada proyecto. Ofrecen presentaciones generales y técnicas a los ingenieros. Apoyan a los contratistas locales en las reuniones previas a la construcción y mediante capacitación; incluso ofrecen apoyo con la instalación en la obra. **Nuestra red es la más grande y con más conocimientos en la industria.**

APLICACIONES DE GEOWEB®

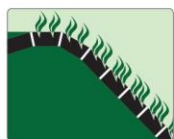
El sistema 3D GEOWEB® es adecuado para una variedad de aplicaciones para resolver los problemas de estabilidad del suelo y ofrecer soluciones más económicas frente a los materiales convencionales.

CUATRO APLICACIONES CLAVE DE GEOWEB®

El sistema GEOWEB® es una solución versátil para una amplia gama de aplicaciones para la obra:



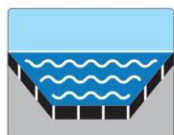
SOPORTE DE CARGA



PROTECCIÓN DE TALUD



MUROS DE CONTENCIÓN



PROTECCIÓN DE CANAL



ECOLÓGICO Y ECONÓMICO

El sistema GEOWEB® de Presto minimiza el impacto ambiental y ofrece medios rentables para crear soluciones sustentables a largo plazo que se mantienen a lo largo del tiempo.

- Costos de vida útil reducidos
- Ecológico
- Sustentabilidad
- Estéticamente agradable

OPCIONES DE RELLENO

El tipo de relleno varía desde vegetación hasta agregado y hormigón.





MERCADOS E INDUSTRIAS

Estamos asociados con ingenieros, arquitectos, contratistas y propietarios en todo el mundo. Nuestras soluciones resuelven desafíos de suelos en diversas áreas de construcción.

INFRAESTRUCTURA

Construcción general de la obra

MINERÍA

Acceso y caminos de acarreo

Recuperación de taludes

Protección de canales

Contención de cuencas

Contención de relaves

PETRÓLEO Y GAS

Acceso y caminos de acarreo

Plataformas de trabajo y perforación



FERROCARRIL E INTERMODAL

Refuerzo de balasto

Enfoques de puentes, cruces, diamantes

Instalaciones intermodales y portuarias

Protección de terraplenes y canales



AGUAS PLUVIALES Y AGUAS RESIDUALES

Canales de transporte de aguas pluviales

Contención de cuencas

Protección de geomembranas



TRANSPORTE

Vías sin pavimentar

Estabilización de base y de cuneta

Estabilización de terraplén

Canales de aguas pluviales



SERVICIOS PÚBLICOS Y TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

Vías de mantenimiento

Subestaciones de transmisión



ENERGÍA EÓLICA

Vías de acceso

Áreas de montaje



Componentes del sistema

Conexión con ATRA® key

APLICACIONES:

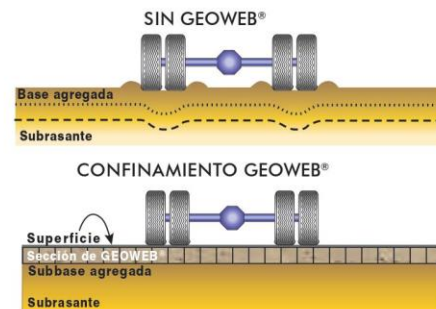
Vías de acceso
Plataformas petrolíferas
Caminos de acarreo
Banquinas y cunetas
Pacios intermodales
Instalaciones portuarias
Áreas de estacionamiento permeables



SOPORTE DE CARGA GEOWEB® SIN PAVIMENTO PAVIMENTOS PERMEABLES, BANQUINAS Y CALZADA

El sistema GEOWEB® puede reparar los problemas de superficie inestable para las vías de acceso, las banquetas, y la calzada. El sistema estructural 3D con relleno confinado crea una capa de pavimento estable diseñada para soportar el tránsito frecuente y pesado. Se puede obtener el máximo beneficio en donde haya suelos blandos, donde no se dispone de relleno de calidad de bajo costo, o donde los métodos tradicionales de refuerzo son difíciles de construir.

Con el relleno permeable, el sistema se convierte en un pavimento poroso de bajo impacto ambiental que reduce la escorrentía de aguas pluviales y funciona como una "cuenca" de aguas pluviales que almacena el agua para la infiltración natural.



ESTABILIZACIÓN DE MATERIALES DE RELLENO DENTRO DEL SISTEMA 3D GEOWEB:

- Controla el movimiento lateral, vertical, y de cizallamiento.
- Aumenta el número estructural efectivo, reduce los requisitos de relleno y los costos en un 50%.
- Permite el uso de materiales de relleno en la obra de menor calidad y menos costosos.
- Minimiza significativamente los requisitos de mantenimiento y surcos de la superficie.

COMPARACIÓN CON LOS SISTEMAS DE GEOMALLA PLANAR:

El sistema GEOWEB® ofrece ventajas en comparación con las geomallas, especialmente en áreas con suelo blando. El beneficio con el sistema 3D GEOWEB® es inmediato y funciona sobre la base principal de la tensión circunferencial y la resistencia pasiva de la celda adyacente. Las geomallas requieren tensión para activarse, iniciada por una deformación parcial.

GEOWEB® TIENE UN RENDIMIENTO SUPERIOR AL DE LAS GEOMALLAS:

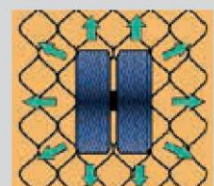
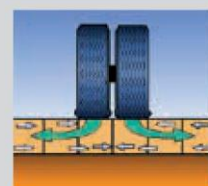
- Requiere menos profundidad
- Utiliza relleno localmente disponible (incluso arena)
- Protege ante la formación de surcos
- Ofrece tiempos de ciclo más rápido
- Estabiliza toda la capa de pavimento
- Crea un pavimento poroso que soporta la carga



RESULTADOS RESPALDADOS POR INVESTIGACIONES

Los resultados de pruebas de numerosas iniciativas de investigación confirman los beneficios del agregado confinado dentro del sistema de confinamiento de celdas GEOWEB® frente al agregado no confinado.

- Reduce el grosor y el peso de los elementos de soporte estructural en un **50 por ciento o más**.
- Permite que los materiales de subsuelo **soporten más de 10 veces** el número de aplicaciones de carga cíclica antes de acumular la misma cantidad de deflexión permanente.
- Proporciona **más del 30% de reducción de tensión** al soportar agregados debajo del pavimento.





Componentes del sistema

Conexión con ATRA® key

APLICACIONES:

Estabilización de la base del pavimento
Capa de drenaje
Refuerzo del balasto



SOPORTE DE CARGA GEOWEB® CON PAVIMENTO

ESTABILIZACIÓN BAJO SUPERFICIES DE ASFALTO U HORMIGÓN

Con el sistema GEOWEB® se crea una capa de base de soporte de carga estabilizada bajo pavimentos de asfalto, concreto o bloques modulares que soporta tráfico pesado y repetido. El tipo de material de relleno y su profundidad se determinan con las características de carga anticipadas y los requisitos generales de rendimiento.

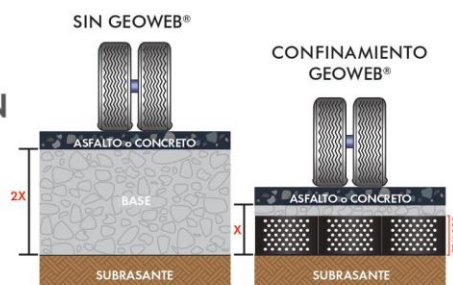
La estabilización de la base con el sistema GEOWEB® es especialmente eficaz en áreas de suelo blando con problemas de pavimento crónicos y costos de mantenimiento regulares.

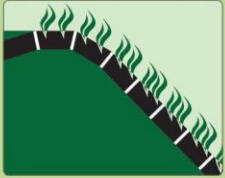
ESTABILIZAR MATERIALES BASE DENTRO DEL SISTEMA 3D GEOWEB:

- Reduce los materiales base en un 50% o más.
- Minimiza la deformación y el asentamiento relacionados con la carga, y reduce la degradación y el agrietamiento del pavimento que son frecuentes en los subrasantes blandos.
- Permite el uso de relleno granular de baja calidad, incluso en subrasantes blandos.

ALTERNATIVA DE SOBRE EXCAVACIÓN

Cuando se enfrenta a suelos inadecuados que requieren una remoción completa de la profundidad, el sistema GEOWEB® también es una alternativa de sobre excavación, lo que reduce significativamente la excavación.





Componentes del sistema

Conexión con ATRA® key

Si es necesario: Anclajes, tendones, y ATRA® Tendon Clip Sistema de Transferencia de Carga

APLICACIONES:

Terraplenes y taludes de corte y relleno
Revestimientos y protección costera
Protección de contrafuertes y pilares
Cubiertas y revestimientos de vertederos
Cuencas de aguas pluviales
Lagunas de aguas residuales
Diques y malecones
Presas y aliviaderos



PROTECCIÓN DE TALUDES GEOWEB® REVESTIMIENTO Y CONTROL DE EROSIÓN EN TALUDES Y ORILLAS

El sistema 3D GEOWEB® crea un entorno estable para los materiales de terraplen. La estructura 3D previene problemas severos de erosión y ofrece soluciones de tierra profunda que no ofrecen los tratamientos de superficie 2D. Los beneficios del confinamiento 3D GEOWEB® incluyen la sustentabilidad a largo plazo, el refuerzo de la capa superior del suelo y la resistencia a las condiciones erosivas y las fuerzas de deslizamiento.

El confinamiento del suelo permite que se diseñen taludes más pronunciados que cuando el material no está confinado, lo que reduce el uso de espacio del suelo valioso.

VEGETACIÓN SUSTENTABLE:

El sistema refuerza la vegetación y aumenta la resistencia a las fuerzas erosivas con una profunda protección en el suelo.

AGREGADO PERMEABLE:

El confinamiento en la estructura GEOWEB® permite que se use un agregado más pequeño y menos costoso en pendientes más pronunciadas que cuando no está confinado.

HORMIGÓN CON REVESTIMIENTO DURO:

Con el relleno de hormigón, el sistema GEOWEB® es una alternativa menos costosa y más flexible frente a los sistemas de bloques articulados o bolsas.

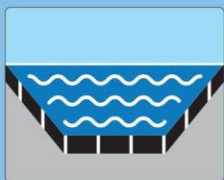


PROTECCIÓN DE GEOMEMBRANAS:

El sistema ofrece una efectiva protección de cobertura para geomembranas. Un sistema de anclaje tendonado ofrece soporte estructural y protege la integridad del revestimiento.

Diseñado para brindar estabilidad adicional al integrar los tendones en pendientes más pronunciadas o cuando una superficie de geomembrana o suelo/roca dura impide el anclaje con estacas.





Componentes del sistema

Conexión con ATRA® key

Si es necesario:

Anclajes, tendones, y ATRA® Tendon Clip
Sistema de Transferencia de Carga

APLICACIONES:

Cunetas y zanjas de drenaje
Contención o desviación de aguas
pluviales
Canales de agua de proceso
Aliviaderos



GEOWEB® PROTECCIÓN DE CANALES REVESTIMIENTO Y CONTROL DE EROSIÓN DEL CANAL, TRANSPORTE DE AGUAS PLUVIALES, O REEMPLAZO DE ESCOLLERA

Los canales expuestos a condiciones erosivas se pueden diseñar con el sistema GEOWEB® y el relleno apropiado para soportar incluso las velocidades más altas. Diseñado para resistir tensiones hidráulicas de canales de alto flujo intermitentes o continuos.

CANALES CON VEGETACIÓN:

Reemplaza el costoso rip-rap con los sistemas de vegetación más atractivos, más económicos y bajo en mantenimiento. Es eficaz en canales intermitentes de flujo bajo y de flujo bajo a alto.

Con un TRM, el sistema GEOWEB® con vegetación puede soportar velocidades tan altas como 9 m/s (30 ft/s), y esfuerzos de corte hasta 766 N/m² (16 psf). Ideal para zanjas de drenaje, cunetas y canales de aguas pluviales.

CANAL GEOWEB® RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

- El Sistema GEOWEB/TRM soporta flujos de velocidad de 9 m/s.
- Duplica la resistencia al esfuerzo cortante y la velocidad para las esteras TRM y mantas ECB.
- Reduce el tamaño de escolleras hasta 10 veces.



CANALES CON REVESTIMIENTO DURO:

Protección del agregado

El agregado confinado en el sistema GEOWEB® es mucho más estable que cuando no está confinado. En comparación con la escollera más grande, que es costosa y difícil de manejar, los canales GEOWEB® permiten el uso de rellenos de roca más pequeños y más económicos, incluso roca estéril, en condiciones de flujo de bajo nivel a desafiantes.



Protección del hormigón

Los canales GEOWEB® rellenos de hormigón son ideales cuando las condiciones crean tensiones hidráulicas severas. El hormigón se vierte en el sistema GEOWEB® en la obra para crear un sistema fácil de instalar y flexible, pero con revestimiento duro, más económico que los sistemas de hormigón premoldeado. Las profundidades exactas de hormigón están aseguradas sin posibilidad de sobrerellenos o vados.



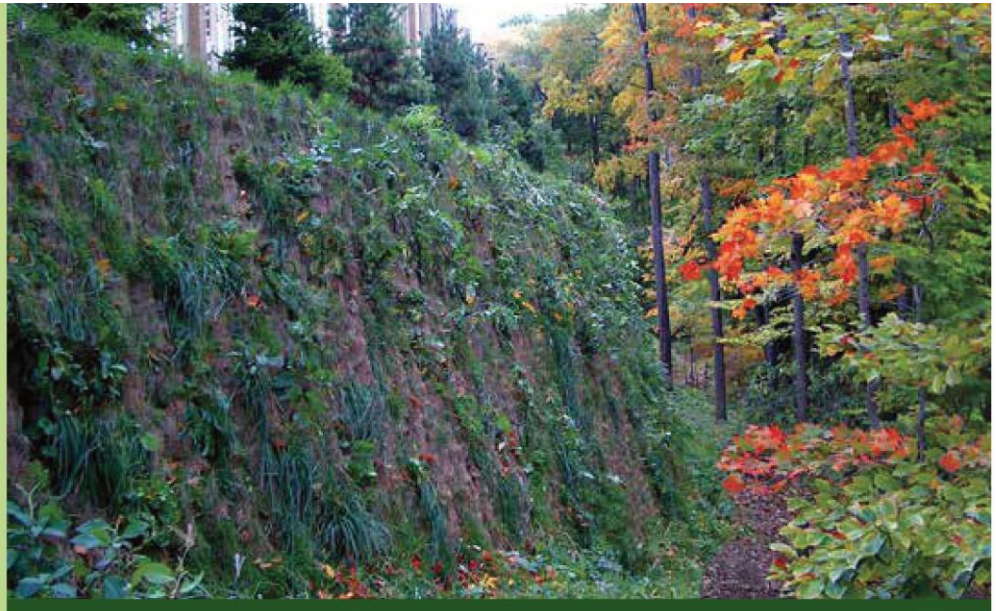


Componentes del sistema

Conexión con ATRA® key

APLICACIONES:

Taludes reforzados
Muros de gravedad
Muros de contención reforzados
Sistemas de canales multicapa



MUROS DE CONTENCIÓN GEOWEB® ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN DE TIERRA NATURALMENTE VEGETADAS

Los muros de contención GEOWEB® crean una estética natural a través de la vegetación en la fascia exterior. La flexibilidad inherente del sistema beneficia los proyectos con condiciones de sitio desafiantes, como subrasante blanda y limitaciones de acceso. Los muros GEOWEB® pueden diseñarse como muros de gravedad o de refuerzo.

BENEFICIOS ESTRUCTURALES

El sistema GEOWEB® crea muros de contención económicos y estructuralmente sólidos que funcionan bien cuando se exponen a asentamientos diferenciales en entornos de suelo blando. Los muros de contención de GEOWEB® han estado expuestos a terremotos severos sin sufrir daños.

BENEFICIOS ECONÓMICOS

- Permite el uso de materiales de relleno in situ menos costosos.
- La instalación más rápida que los muros de bloques MSE acelera la finalización del proyecto.
- Las secciones compactas son más fáciles de manejar, transportar y construir, incluso en lugares de difícil acceso o lugares remotos.

BENEFICIOS AMBIENTALES

Las terrazas horizontales de celdas abiertas crean un entorno natural para la vegetación sustentable, permiten que el agua pluvial se recoja través de la fascia de la pared y minimizan la escorrentía. La superficie de la pared altamente permeable es una solución de desarrollo de bajo impacto (Low Impact Development, LID)/Mejor Práctica de Gestión (Best Management Practice, BMP) para reducir la escorrentía y gestionar las aguas pluviales en la obra.



Cuando no se desee vegetación, los muros GEOWEB® soportan relleno de agregados o lechada de concreto.

SOFTWARE DE DISEÑO GRATUITO

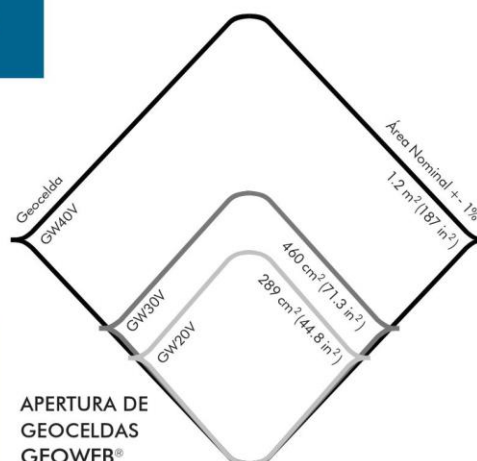
Presto ofrece software de diseño MSE con GEOWEB® para muros de contención y taludes reforzados.



GEOWEB® TAMAÑOS ESTÁNDARES DEL SISTEMA

Las secciones GEOWEB® están disponibles en varios tipos de celdas, con profundidades variables y en longitudes que permiten responder en la forma más económica a los requisitos de cada proyecto.

Tipo de celda	Ancho de sección	Rango de longitud de sección Cantidad de celdas a lo largo: 18, 21, 25, 29, 34	
		Mínimo	Máximo
GW20V	Variable 2.3 m–2.8 m (7.7 ft–9.2 ft)	3.7 m (12.0 ft)	8.3 m (27.3 ft)
GW30V		4.7 m (15.4 ft)	10.7 m (35.1 ft)
GW40V		7.7 m (25.4 ft)	17.8 m (58.2 ft)
Profundidades de celdas disponibles	75 mm (3 in), 100 mm (4 in), 150 mm (6 in), 200 mm (8 in), 300 mm (12 in)		
El tamaño y la profundidad de la celda están determinados por los detalles de la aplicación, el problema o la solución deseada. Consulte las especificaciones GEOWEB® para obtener más información.			



APERTURA DE GEOCELAS GEOWEB®

ACCESORIOS DE CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

Las soluciones GEOWEB® están diseñadas e instaladas con nuestros componentes integrales para brindar un mayor nivel de resistencia, rendimiento a largo plazo y velocidad de instalación. Nuestros clientes reciben el “sistema de geoceldas más completo” de la industria.

CONEXIONES FUERTES CON ATRA® KEYS

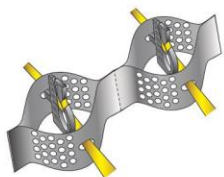


Diseñado para la conexión más rápida de las secciones de GEOWEB®, el dispositivo ATRA® key es resistente a la corrosión y a la intemperie, reduce los costos de instalación, y proporciona conexiones 3 veces más resistentes y rápidas que las grapas o cintillos.

Las ATRA® keys se insertan a través de las paredes adyacentes de la celda GEOWEB®, se giran y se bloquean para obtener conexiones más seguras.



TENDONES Y ATRA® TENDON CLIPS



Los ATRA® Tendon Clips son dispositivos de transferencia de carga eficientes para transferir cargas de la pared celular GEOWEB® al tendón. Los clips completamente enganchados permiten el montaje previo.

Los tendones suspenden el material GEOWEB® sobre geomembranas, superficies duras o pendientes pronunciadas sin anclajes. Presto utiliza tendones líderes en la industria, ya que el tipo y la densidad del tendón son fundamentales para la resistencia del diseño.

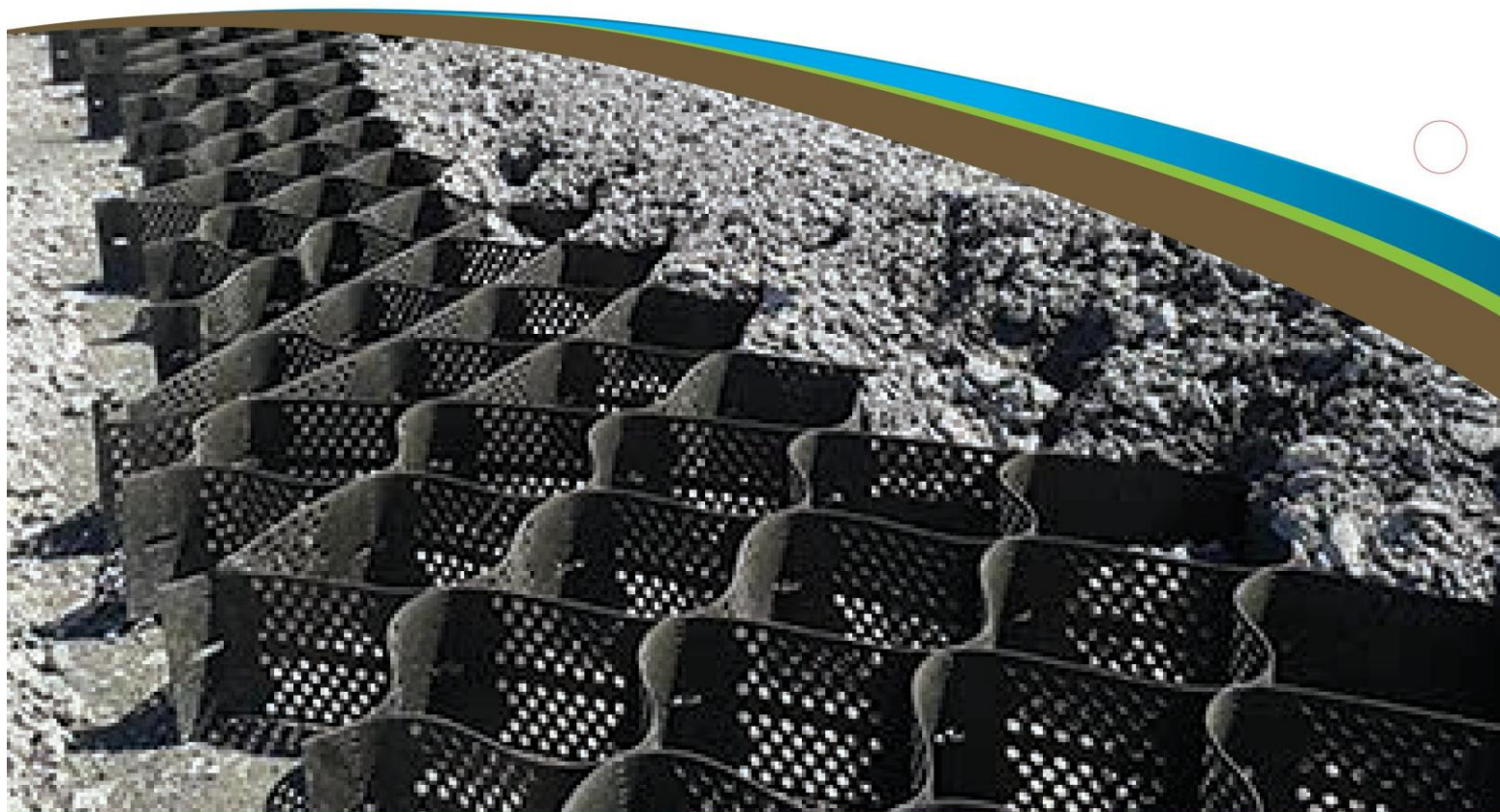


ANCLAJES Y CLAVADORES ATRA®

Los anclajes ATRA® ideales para contratistas reducen el tiempo y los costos de los materiales durante la instalación del sistema GEOWEB®.

- Hay tres estilos disponibles, incluidos los resistentes a la corrosión.
- El clavador ATRA® facilita y agiliza la colocación de anclajes y permite a los trabajadores realizar un esfuerzo menor.





ENCONTRARNOS | SEGUIRNOS

Somos un negocio global con accesibilidad a través de una red de distribución mundial.



DISTRIBUIDO POR:

PRESTO



670 N Perkins Street • Appleton, Wisconsin
+1-920-738-1328 • Fax: +1-920-738-1222
Email: info@prestogeo.com • www.prestogeo.com

© 2020 PRESTO GEOSYSTEMS®

GEOSYSTEMS®, GEOWEB®, GEOBLOCK®, GEOPAVE®,
GEOTERRA®, GEORUNNER®, PADLOC®, y ATRA® son marcas
registradas de Reynolds Presto Products, Inc.

Esta información ha sido preparada para el beneficio de los clientes interesados en los productos Presto GEOSYSTEMS®, y fue revisada cuidadosamente antes de la publicación. Presto no asume responsabilidad alguna por su exactitud o integridad. La determinación final de la idoneidad de cualquier información o material para el uso contemplado, o por su manera de uso, es responsabilidad exclusiva del usuario.

AP-8722 R1
MAR 2020